

MAS EUROPEAN  
INTERNATIONAL  
CONGRESS  
ON MATHEMATICS-  
ENGINEERING-NATURAL  
& MEDICAL SCIENCES-V



CONGRESS  
PROCEEDINGS  
BOOK

EDITORS

DR. ZEYNEP AKAR  
TOLGA ÖZBİLEN

ISBN: 978-605-7875-67-9  
İKSAD PUBLISHING HOUSE

MAY 2-5, 2019

# PROCEEDINGS BOOK



## MAS EUROPEAN INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICS-ENGINEERING- NATURAL & MEDICAL SCIENCES-V

May 2-5, 2019

Erzurum, Turkey

### Editors

**Dr. Zeynep AKAR**

**Tolga ÖZBİLEN**

**Institute Of Economic Development And Social Researches Publications®**

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY

TR: +90 342 606 06 75 USA: +1 631 685 0 853

E mail: [info@iksad.com](mailto:info@iksad.com)

[www.iksad.org.tr](http://www.iksad.org.tr)

All rights of this book belong to IKSAD Publishing House

Authors are responsible both ethically and juridically

**Iksad Publications - 2019©**

**Issued: 14.05.2019**

**ISBN - 978-605-7875-67-9**





## CONGRESS ID

---

### CONGRESS TITLE

MAS EUROPEAN INTERNATIONAL CONGRESS  
ON MATHEMATICS-ENGINEERING-NATURAL & MEDICAL SCIENCES-V

### DATE AND PLACE

May 2-5, 2019 – Erzurum

### ORGANIZATION

İKSAD- Institute of Economic Development and Social Researches  
in a partnership with Ministry of Culture and Tourism of the  
Republic of Turkey

### HEAD OF CONGRESS

Prof. Dr. Sarash KONYRBAYEVA

### GENERAL COORDINATOR

Tolga ÖZBİLEN

### INTERNATIONAL PARTICIPANTS

Dr. Marvan Kamal - *Irbid National University, Jordan-p.70*

Дохунаева А.М. - *Северо-Восточный федеральный университет имени  
М.К. Аммосова, Russia-p. 1039*

Бианки И.- *Universite de TOURS, France-p.1039*

Др. Раиса Бабадишишвили – *Georgia- p.1041*

Dr. Bakygul Tursunbayeva - *Kazakhstan-p. 1042*

### LANGUAGES

Turkish, English, Russian, Arabic

## SCIENTIFIC & ADVISORY COMMITTEE

- Dr. Abdikalik KUNIMJAN - Kazakh State Women's Pedagogy University  
Dr. Almaz AHMEDOV – Baku State University
- Dr. Akmaral S. SYRGAKBAYEVA - AI – Farabi Kazakh National University  
Dr. Anatoliy LOGINOV - Ukraine Shevchenko Lugan National University  
Dr. A.S. KIDIRSAEV Makhambet U. - West Kazakhstan State University  
Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Orleu National Development Institute  
Dr. Bahit KULBAEVA - S.Baybeshev Aktobe University  
Dr. Bakit OSPANOVA - H.Ahmet Yasawi Kazakh Turk University  
Dr. Bazarhan IMANGALIEVA - K.Zhubanov Aktobe State University  
Dr. Bekzhan B. MEYRBAEV - AI – Farabi Kazakh National University  
Dr. Bigamila TORSIKBAEVA - Astana Medical University
- Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakh State Women's Pedagogy University  
Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA - Rasulbekov Kyrgyz Economy University  
Dr. Deniz ATALAYER - Sabancı University  
Dr. D.K.TÖLEGENOVA - Makhambet U. West Kazakhstan University  
Dr. Dinarakhan TURSUNALIVA - Rasulbekov Kyrgyz Economy University  
Dr. Dzhakipbek ALTAEV - AI – Farabi Kazakh National University  
Dr. George RUDIC - Montreal Pedagogy Institute
- Dr. Gulmira ABDIRASULOVA - Kazakh State Women's Pedagogy University  
Dr. G.I. ERNAZAROVA - AI – Farabi Kazakh National University  
Dr. Hilale CAFEROVA - AMEA Institute of Management Systems  
Dr. MEIXIA Huou - Capital Normal University
- Dr. Kalemkas KALIBAEVA - Kazakh State Women's Pedagogy University  
Dr. Karligash BAYTANASOVA - AI – Farabi Kazakh National University
- Dr. K.A.TLEUBERGENOVA - Kazakh State Women's Pedagogy University  
Dr. Kenjehan MEDEUBAEVA - Kazakh State Women's Pedagogy University  
Dr. Kenes JUSUPOV - M. Tinisbaev Kazakh Communication Academy
- Dr. Keles Nurmasuli JAYLIBAY - Kazakh State Women's Pedagogy University  
Dr. Kulas MAMIROVA - Kazakh State Women's Pedagogy University  
Dr. Lille TANDIVALA- Shota Rustavelli State University  
Dr. Machabbat OSPANBAEVA - Taraz State Pedagogy University
- Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Riyadh King Abdulaziz Technology University  
Dr. Mavlyanov ABDIGAPPAR - Kyrgyz Elaralik University  
Dr. Maira ESIMBOLOVA - Kazakhstan Narkhoz University  
Dr. Khan Nadezhda - E.A. Buketov Karaganda State University  
Dr. Nazim IBRAHIM - Skopje Cyril and Methodius University  
Dr. Sudabe SALĪHOVA - Azerbaijan State University  
Dr. Rovshan ALĪYEV - Bakü State University  
DR. OSMAN ERKMEN - GAZIANTEP UNIVERSITY

## PHOTO GALLERY



During the sessions



Opening Ceremony



Sessions-Meetings



Rewarding Prof. Sehrane Kasimi for her invaluable support from Azerbaijan



Visit of Okay Memiş, the Erzurum Governor to the Conference





Certificate Awards



Presentation



Networking Dinner

02.05.2019- - THURSDAY

09:00 - 11:00

<b>Salon 1, SESSION -1</b>	<b>SESSION HEAD: Dr. Lect. Yıldırım İsmail TOSUN</b>
Dr. Lect. Yıldırım İsmail TOSUN	CEMENTING AND STRENGTHENING OF STONE BLOCKS BY MICROFIBER, CO POLYMER AND FLY ASH FOR SLOPE STABILITY IN COAL MINING SITE
Dr. Lect. Yıldırım İsmail TOSUN	MICROWAVE CARBONATION OF THERMAL POWER PLANT FLUE GAS/CO <sub>2</sub> FOR SOIL REMEDIATION AND STABILIZATION
Doç. Dr. Ayşe BAYRAKÇEKEN YURTCAN Mohamed Ali MOHAMUD	ZEOLİTİK İMİDAZOLAT ESASLI ÇERÇEVELERİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU
ESRA DEMET MÜEZZİNOĞLU M. ALİ YILDIRIM SÜMEYRA TUNA YILDIRIM ALİ ORKUN ÇAĞIRTEKİN SELİM ACAR AYTUNÇ ATEŞ	CO GAS SENSING PROPERTIES OF CD(OH) <sub>2</sub> THIN FILMS SYNTHESIZED BY SILAR METHOD
BANU HOROZ M. ALİ YILDIRIM SÜMEYRA TUNA YILDIRIM BAKTİYAR SOLTABAYEV SELİM ACAR AYTUNÇ ATEŞ	CO GAS SENSING PROPERTIES OF IN <sub>2</sub> O <sub>3</sub> THIN FILMS SYNTHESIZED BY SILAR METHOD
SENA SALTA SAVAŞ	ALTIN NANOPARÇACIK DESTEKLİ İSY-FDT ile KANSER TEDAVİSİ GELİŞTİRİLMESİ
ASLIHAN CAVLI RUMEYSA DAĞSOY DR. ÖĞR. ÜYESİ MUSTAFA YILMAZ	TÜRKİYE'DEKİ HAVA KİRLİLİĞİ VE SERAGAZI EMİSYON ENVANTERİNİN GRİ TAHMİN YÖNTEMİ İLE TAHMİN EDİLMESİ
DR.ÖĞR. ÜYESİ RUHİ YEŞİLDAL ÖĞR. GÖR. SELÇUK SİNCAR	TS (ISO) 45001 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ STANDARDININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ
Sevdanur OTARAN Assoc. Prof. Dr. Vildan ÖNEN Res. Assis. Hasan Ali TANER	THE EFFECT OF SOME PHYSICAL VARIABLES IN COPPER FLOTATION

02.05.2019- - THURSDAY

11:00 - 13:00

Salon 1, SESSION-2	SESSION HEAD: Prof. Dr. Derviş ÖZDEMİR
Dr.Öğr.Üyesi Emine ÇİNİCİ Dr.Öğr.Üyesi Mustafa KARA	PREMATÜRE DOĞAN BEBEKLERDE RETİNOPATİ GELİŞİMİ VE KAN MAĞNEZYUM DÜZEYİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
Öğr. Gör.Neşe BAKAN (MAVİ) Prof. Dr. Mehmet Fikret GEZGİN	SAGLIK YÖNETİMİ AÇISINDAN ÇALIŞMA HAYATIN'DA MOBBİNG
SIBEL KARACA TIMUR KOCA	OVERVIEW OF THE USE OF ADVANCED RADIATION TECHNOLOGIES IN MEDICAL APPLICATIONS
ZEYNEP ŞENER BAHÇE	İDİOPATİK GRANÜLAMATÖZ MASTİT VE STEROİD
ESRA DIŞÇI ERDEM KARADENİZ	KLİNİĞİMİZDE SON 1 YIL İÇERİSİNDE KOLONOSKOPİ YAPILAN HASTALARIN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE MALİGNİTE GÖRÜLME SIKLIĞI
Dr. Halit KIZILET Prof. Dr. Handan UYSAL	KÜLTÜRE ALINMIŞ İNSAN LENFOSİTLERİNDE PERMETRİN GENOTOKSİSİTESİNE KARŞI KORUYUCU BİR YAKLAŞIM: PORTULACA OLERACEA L.
Dr. Yunus Emre ERAT Prof. Dr. Mustafa ERAT	İNSAN GLUTATYON S-TRANSFERAZ ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNE ASKORBİK ASİDİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI
Dr. Yunus Emre ERAT Prof. Dr. Mustafa ERAT	İNSAN GLUTATYON REDÜKTAZ ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNE ORNİDAZOL VE TİNİDAZOLÜN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Prof. Dr. Derviş ÖZDEMİR	MEMELİ HAYVANLARDA BÖBREKLERİN ARTERİAL VASKULARİZASYONU
Prof. Dr. Derviş ÖZDEMİR	MEMELİ HAYVANLARIN DUODENUM'U ÜZERİNDE MAKROANATOMİK İNCELEMELER

02.05.2019- - THURSDAY

14:00 - 16:00

Salon1, SESSION-3	SESSION HEAD: Prof. Dr. Taner TEKİN
Dr. Öğr. Üyesi Bilal NİŞANCI	A NEW, EFFICIENT AND FAST REDUCTIVE AMINATION METHODOLOGY BY USING PD NANOPARTICLES SUPPORTED ON MPG-C <sub>3</sub> N <sub>4</sub> AS A CATALYST
ASSIST. PROF. DR. TÜLAY GÜRSOY	WA-XRD ANALYZES OF DIFFERENT TYPES OF COMPOSITE FILLING MATERIALS
MERYEM SAMANCI DOÇ. DR. AYŞE BAYRAKÇEKEN YURTCAN	PEM YAKIT PİLLERİNDE KULLANILAN GRAFEN VE GRAFEN BAZLI MALZEMELER
Prof. Dr. Taner TEKİN Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ Doç. Dr. Derya TEKİN	Cu KATKILI TiO <sub>2</sub> NANOTÜP FOTOKATALİZÖRLERİN SENTEZLENMESİ VE KARAKTERİZASYONU
Prof. Dr. Taner TEKİN Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ Doç. Dr. Derya TEKİN	Mn KATKILI TiO <sub>2</sub> NANOTÜP FOTOKATALİZÖRLERİNİN SENTEZLENMESİ VE KARAKTERİZASYONU
TUBA HATİCE DOĞAN	COMPARISON OF BIODIESEL PRODUCTION FROM BEEF TALLOW WITH CONVENTIONAL / ULTRASONIC ASSISTED METHOD
DR. ÖĞ. ÜYESİ MELTEM KIZILCA CORUH DR. ÖĞ. ÜYESİ HATICE BAYRAKÇEKEN	INVESTIGATION OF PYROLYSIS KINETICS OF NON-ISOTHERMAL CONDITIONS FROM BIOMASS SEEDS
DR. ÖĞ. ÜYESİ MELTEM KIZILCA CORUH PROF. DR.MEHMET COPUR	TRIMETHYL BORATE PRODUCTION FROM COLEMANITE MINERAL

02.05.2019- - THURSDAY

16:00 - 18:00

Salon 1, SESSION-4	SESSION HEAD: Dr. Elif ŞENKUYTU
Doç. Dr. Derya TEKİN Derya BİRHAN Prof. Dr. Taner TEKİN	TiO <sub>2</sub> /PEG NANOKOMPOZİT KATALİZÖRÜNÜN SENTEZİ VE FOTOKATALİTİK AKTİVİTESİNİN İNCELENMESİ
Doç. Dr. Derya TEKİN Derya BİRHAN Prof. Dr. Taner TEKİN	TiO <sub>2</sub> /r-GO NANOKOMPOZİT KATALİZÖRÜNÜN TERMAL VE YAPISAL ANALİZLERİNİN İNCELENMESİ
ELIF YAĞMUR KIZILIRMAK DR. ÖĞR. ÜYESİ JALE NAKTİYOK	EFFECT OF MgO ADDITIVE (METALLIC SALT) ON THE COAL COMBUSTION PROCESS
DUYGU ADIGÜZEL DR. ÖĞR. ÜYESİ JALE NAKTİYOK DOÇ. DR. A. FERHAT BİNGÖL	THERMAL ANALYSIS FOR THE CEMENT PASTE EXPOSED TO HIGH TEMPERATURE
Öğr. Gör. Gizem ESER Prof. Dr. Yavuz Selim SAĞLAM	KOYUN PNÖMONİLERİNDE PARAINFLUENZA 3 VİRÜS VARLIĞININ İMMUNOHİSTOKİMYASAL YÖNTEMLE ARAŞTIRILMASI
Öğr. Gör. Gizem ESER Prof. Dr. Yavuz Selim SAĞLAM Prof. Dr. Kübra Asena TERİM KAPAKİN Arş. Gör. Muhammed Bahaeddin DÖRTBUDAK Doç. Dr. Serkan YILDIRIM	ERZURUM İLİNDE KOYUNLARDA PULMONER ADENOMATOZİSİN PREVALANSININ HİSTOPATOLOJİK OLARAK ARAŞTIRILMASI
Dr. Öğ. Üyesi Fatma BAYRAKÇEKEN NİŞANCI	SHAPE- AND SIZE- CONTROLLED ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF BINARY SEMICONDUCTOR NANOPARTICLES
Dr. Elif ŞENKUYTU	FLUORESCENT CHEMOSENSORS FOR METAL IONS DETECTION

03.05.2019- - FRIDAY

09:00 - 11:00

Salon 1, SESSION-1	SESSION HEAD: Prof. Dr. Erhan DENİZ
Prof. Dr. Ömür DEVECİ Furkan YILMAZ	THE FIBONACCI-JACOBSTHAL LENGTHS OF THE POLYHEDRAL GROUPS
Prof. Dr. Erhan DENİZ Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR Hümeyra Latife LAÇİN	FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR CERTAIN SUBCLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS BY USING AN DIFFERENTIAL OPERATOR
Prof. Dr. Erhan DENİZ Assoc. Prof. Dr. Murat Çağlar	SOME CONVEXITY PROPERTIES FOR TWO NEW INTEGRAL OPERATORS INVOLVING AN EXTENDED LINEAR DIFFERENTIAL OPERATOR
Prof. Dr. Erhan DENİZ Assoc. Prof. Dr. Murat Çağlar	FABER POLYNOMIAL COEFFICIENTS BOUNDS FOR GENERALIZED BI-SUBORDINATE FUNCTIONS BY USING AN DIFFERENTIAL OPERATOR
Engin BOZAN Prof. Dr. Erhan DENİZ	BEING SIMPLIFIED OF THE PROBLEMS INCLUDING $N$ PIECES OF CIRCLES WITH THE HELP OF THE INVERSION
NESRİN ÇALIŞKAN MEHMET DAYAN	ON FLATNESS OF WEYL PROJECTIVE AND $\mathcal{M}$ -PROJECTIVE CURVATURE TENSORS OF KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS
NESRİN ÇALIŞKAN MEHMET DAYAN	ON SOME SYMMETRY PROPERTIES OF $\mathcal{M}$ –PROJECTIVE CURVATURE TENSOR OF KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS
Hilal Alan SARI Prof. Dr. Erhan DENİZ Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR	SOME CRITERIA FOR UNIVALENCE RELATED TO HADAMARD PRODUCT

03.05.2019- - FRIDAY

11:00 - 13:00

Salon 1, SESSION-2	SESSION HEAD: DOÇ. DR. CAVİT YEŞİLYURT
Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Ebru TOPCU	A LARGE CLASS IN $L_{w,1}[0,1]$ WITH FIXED POINT PROPERTY FOR AFFINE NONEXPANSIVE MAPPINGS
Soner KÜÇÜK Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR Prof. Dr. Erhan DENİZ	THE FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR A SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS DEFINED BY DIFFERENTIAL OPERATOR
ASSOC. PROF. DR. MURAT ÇAĞLAR PROF. DR. ERHAN DENİZ	NEIGHBORHOODS OF CERTAIN CLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS DEFINED BY NORMALIZED WRIGHT FUNCTION
ASSOC. PROF. DR. MURAT ÇAĞLAR PROF. DR. ERHAN DENİZ	COEFFICIENT INEQUALITIES FOR A SUBCLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS ASSOCIATED WITH CHEBYSHEV POLYNOMIALS
DOÇ. DR. CAVİT YEŞİLYURT	SOSYAL BİLİMLERDE MATEMATİK EĞİTİMİ: MÜFREDAT, YÖNTEM VE MODELLEME
Arş. Gör. Güven KAYA Dr. Öğr. Ü. Şenol KARTAL	DYNAMICAL ANALYSIS OF CONFORMABLE FRACTIONAL ORDER LOTKA-VOLTERRA PREDATOR-PREY MODEL
Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Ebru TOPCU	A LARGE CLASS IN $L_1[0,1]$ WITH FIXED POINT PROPERTY FOR NONEXPANSIVE MAPPINGS
Soner KÜÇÜK Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR Prof. Dr. Erhan DENİZ	COEFFICIENT ESTIMATES FOR A SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS DEFINED BY DIFFERENTIAL OPERATOR



03.05.2019- -FRIDAY

14:00 - 16:00

Salon 1, SESSION-3	SESSION HEAD: Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR
Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Engin BOZYEL	A LARGE CLASS IN $L_1[0,1]$ WITH FIXED POINT PROPERTY FOR ASYMPTOTICALLY NONEXPANSIVE MAPPINGS
Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Engin BOZYEL	RIESZ ANGLE FOR LORENTZ FUNCTION SPACE $L_{w,1}[0,1]$ AND UNIFORM LIPSCHITZ ESTIMATE FOR A CLASS IN LEBESGUE SPACE $L[0,1]$
Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Sıddık sade Tahsin ATEŞ	SET-BASED APPROACH TO AFFINE FIXED POINT PROPERTY FOR SOME RENORMINGS OF $c_0$
Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Sıddık sade Tahsin ATEŞ	SET-BASED APPROACH TO AFFINE FIXED POINT PROPERTY FOR LORENTZ-MARCINKIEWICZ SPACE $\ell_{\delta,1}$
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR	$q$ - STARLIKENESS CONDITIONS OF ANALYTIC FUNCTIONS
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR	COEFFICIENT AND FEKETE-SZEGÖ PROBLEM OF THE CERTAIN CLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS DEFINED BY $q$ - DERIVATIVE
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR PhD student Oğuzhan DERYA	ON THE FEKETE-SZEGÖ TYPE FUNCTIONAL OF THE CERTAIN CLASS ANALYTIC AND UNIVALENT FUNCTIONS
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR PhD student Oğuzhan DERYA	$q$ - CONVEXITY CONDITIONS OF ANALYTIC FUNCTIONS
Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Prof. Dr. Nizami MUSTAFA	EXPLORING ASYMPTOTICALLY ISOMETRIC PROPERTIES THAT IMPLY THE FAILURE OF THE FIXED POINT PROPERTY IN COPIES OF $c_0$
Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Prof. Dr. Nizami MUSTAFA	EXPLORING ASYMPTOTICALLY ISOMETRIC PROPERTIES THAT IMPLY THE FAILURE OF THE FIXED POINT PROPERTY IN COPIES OF $\ell^1$

03.05.2019- - FRIDAY

16:00 - 18:00

Salon 1, SESSION-4	SESSION HEAD: Prof. Dr. Nizami MUSTAFA
Lect. Fatma YILDIRIM Zeynep ORHAN Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR Prof. Dr. Mustafa SAĞLAM	EFFECTS OF THERMAL ANNEALING ON DIODE PARAMETERS FROM C-V MEASUREMENTS OF THE Cd/CdS/n-GaAs/In AND Cd/CdSe/n-GaAs/In STRUCTURES
Lect. Fatma YILDIRIM Zeynep ORHAN Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR Prof. Dr. Mustafa SAĞLAM Dr. Öğr. Üyesi Ahmet TAŞER	THE COMPARISON OF CURRENT –VOLTAGE CHARACTERISTICS OF Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti AND AuCu/n-Si/Ti SCHOTTKY DIODES AT ROOM TEMPERATURE
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Semra KORKMAZ	SOME PROPERTIES OF THE CERTAIN CLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS DEFINED BY $q$ -DERIVATIVE
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Semra KORKMAZ	COEFFICIENT PROPERTIES OF THE CERTAIN CLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS DEFINED BY $q$ - DERIVATIVE
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Taner TURAÇ	THE COEFFICIENT ESTIMATES AND FEKETE-SZEGÖ PROBLEM OF THE INVERSE OF CERTAIN ANALYTIC FUNCTIONS
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Taner TURAÇ	THE FEKETE-SZEGÖ TYPE POBLEM OF THE CERTAIN ANALYTIC AND UNIVALENT FUNCTION CLASS
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Muharrem C. GÜNDÜZ	BOUND ESTIMATES FOR THE COEFFICIENTS AND FEKETE-SZEGÖ FUNCTIONAL OF THE CERTAIN CLASS OF ANALYTIC FUNCIONS DEFINED BY $q$ - DERIVATIVE
Prof. Dr. Nizami MUSTAFA Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR Muharrem C. GÜNDÜZ	THE FEKETE-SZEGÖ POBLEM OF THE INVERSE OF CERTAIN ANALYTIC FUNCTIONS

04.05.2019- SATURDAY

09:00 - 11:00

Salon 1, SESSION-1	SESSION HEAD: Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU
İshak FIRAT Dr. Öğr. Üyesi Fulya ASLAY	BİRLİKTELİK KURALLARI ANALİZİ İLE ÜNİVERSİTE KÜTÜPHANE OTOMASYONUNA AİT ÖRÜNTÜLERİN ÇIKARILMASI
Arş. Gör. Ahmet POLATOĞLU	KOZMİK IŞINLARI TESPİT ETME YÖNTEMLERİ
Arş. Gör. Ahmet POLATOĞLU Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK	WEB CAM KULLANARAK KOZMİK IŞINLARIN GÖZLENMESİ
D.YILMAZ T.AKKUŞ Z.UZUNOĞLU	DIŞ MANYETİK ALANDA W VE U ELEMENTLERİ İÇİN $L_3$ ALTTABAKA FLÖRESANS VERİM VE SEVİYE GENİŞLİKLERİNİN İNCELENMESİ
DEMET YILMAZ ALİ GÜROL	MEDİKAL SIVI ATIKLARDAN RADYOAKTİF I-131'İN AYRIŞTIRILMASI
DR. ÖĞ. ÜYESİ SEVDA SARITAŞ DR. ÖĞ. ÜYESİ ERDAL TURGUT PROF.DR. MUTLU KUNDAKÇI DOÇ.DR. BEKİR GÜRBULAK PROF. DR. MUHAMMET YILDIRIM	INVESTIGATED OF TRANSITION METAL DOPED ZnO AND MgO FILMS WITH CO-MAGNETRON SPUTTER
Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU	PİRİDİNKARBOKSAMİD MOLEKÜLÜNÜN YAPISAL, ELEKTRONİK ve LİNEER OLMAYAN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN TEORİK İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU	HİDANTİON-L-ASPARTİK ASİT MOLEKÜLÜNÜN YAPISAL, ELEKTRONİK, TİTREŞİM ve LİNEER OLMAYAN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Dr. Marvan KAMAL (JORDAN)	Environmental Fluid Mechanics

04.05.2019- SATURDAY

11:00 - 13:00

Salon 1, SESSION-2	SESSION HEAD: Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR
LECT. ÖZGÜR FIRAT ÖZPOLAT DR. ÖĞR. ÜYESİ ERDEM ŞAKAR DR. ÖĞR. ÜYESİ BÜNYAMİN ALİM	DETERMINATION OF EFFECTIVE ATOMIC NUMBERS OF DY <sup>3+</sup> DOPED ZINC SODIUM BISMUTH BORATE GLASSES WITH HEAVY IONS AND PHOTON RADIATION
LECT. ÖZGÜR FIRAT ÖZPOLAT DR. ÖĞR. ÜYESİ ERDEM ŞAKAR DR. ÖĞR. ÜYESİ BÜNYAMİN ALİM	INVESTIGATION OF HALF VALUE LAYER, MEAN FREE PATH AND EFFECTIVE ELECTRON DENSITY OF Ni-DOPED BISMUTH BORATE GLASSES
Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR	DETERMINATION OF PHOTON INTERACTION PARAMETERS OF Dy <sup>3+</sup> DOPED DIAMAGNETIC GLASSES
DR. ÖĞR. ÜYESİ ERDEM ŞAKAR DR. ÖĞR. ÜYESİ BÜNYAMİN ALİM	CALCULATION OF STOPPING POWER AND RANGE OF HEAVY IONS RADIATION OF W-BASED HEAVY ALLOYS
AHMET TAŞER MUSTAFA SAĞLAM BETÜL GÜZELDİR DUYGU EKİNCİ	THE EFFECT OF GO AND AU-RGO INTERFACIAL LAYERS ON AU/P-SI RECTIFYING CONTACT PARAMETERS AT ROOM TEMPERATURE
Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN	TÜRKİYE'DEN LOKAL ENDEMİK SALVIA SİİRTİCA KAHRAMAN, CELEP & DOĞAN ÜZERİNE MORFOLOJİK, ANATOMİK VE PALİNOLOJİK ÇALIŞMALAR
KAKAGELDI AMANDURDIYEV PROF. DR. HANDAN UYSAL	ÖMÜR UZUNLUĞUNU SINIRLANDIRICI BİR FAKTÖR OLARAK NANOPARTİKÜLLER
Dr. Halit KIZILET Prof. Dr. Handan UYSAL	DROSOPHILA MELANOGASTER'de PERMETRİN ile UYARILAN SOMATİK MUTASYONLARA KARŞI SEMİZOTU KULLANIMI
Hatice ÇELİK Prof. Dr. Handan UYSAL	DROSOPHILA MELANOGASTER'de ABİETİK ASİT'İN BİO-TOKSİK ETKİLERİ
MERYEM AKKURT NELİSA TÜRKÖĞLU	ABDOMİNAL CERRAHİDE KULLANILMAK ÜZERE MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZE EDİLMESİ

04.05.2019- SATURDAY

13:00 - 15:00

Salon 1, SESSION-3	SESSION HEAD: Doç. Dr. Sefa ALTIKAT
Dr. Halit KIZILET Prof. Dr. Handan UYSAL	KÜLTÜRE ALINMIŞ İNSAN LENFOSİTLERİNDE PERMETRİN GENOTOKSİSİTESİNE KARŞI KORUYUCU BİR YAKLAŞIM: PORTULACA OLERACEA L.
Mehtap Hülya ASLAN Murat ALADAĞ	SEROPREVALENCE FOR RUBELLA, CMV AND TOXOPLASMOSIS AMONG PREGNANT WOMEN IN ERZURUM
Arş. Gör. Burcu ALAÇAM Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül SARIOĞLU KEMER Arş. Gör. Serpil ÖZCAN	HEMŞİRELERİN PROFESYONEL BENLİK ALGILARININ VE MESLEKİ BAĞLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ
ESEN SEZEN KARAOĞLAN	TÜRKİYE'DE İNFERTİLİTE TEDAVİSİNDE GELENEKSEL BİTKİSEL TEDAVİ
Doç. Dr. Sefa ALTIKAT	TOPRAK İŞLEME SİSTEMLERİNİN TOPRAĞIN MİKROBİYAL AKTİVİTESİNE ETKİLERİ
Doç. Dr. Sefa ALTIKAT	FARKLI NEM İÇERİKLERİ VE SÜRTÜNME DÜZLEMLERİNİN ASPİR'DE ( <i>CARTHAMUS TINCTORIUS</i> ) STATİK SÜRTÜNME KATSAYILARINA OLAN DEĞİŞİMLERİ
HARUN ARSLAN	ÜLKEMİZDE TARIM İLAÇLARI KULLANIMI VE SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜ İÇİN SORUNLARI
ARŞ. GÖR. DR. HAKAN KIZILTAŞ PROF. DR. TANER TEKİN DOÇ. DR. DERYA TEKİN	SiO <sub>2</sub> @CuO NANOKOMPOZİT FOTOKATALİZÖRLERİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU
ARŞ. GÖR. DR. HAKAN KIZILTAŞ PROF. DR. TANER TEKİN DOÇ. DR. DERYA TEKİN	ÇEKİRDEK-KABUK YAPILI FONKSİYONEL NiO/SiO <sub>2</sub> NANOKOMPOZİT FOTOKATALİZÖRLERİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU
Дохунаева А.М., Борисова И.З., Бианки И., Петрова М.Н., Лебедева У.М., Винокурова А.А., Борисова А.А., Винокурова Д.М.	ПИТАНИЕ ЯКУТОВ В ЭПОХУ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

04.05.2019- FRIDAY

15:00 - 17:00

Salon 1, SESSION-4	SESSION HEAD: DR. ÖĞ. ÜYESİ ELİF GÖZGEÇ
Hilal KURT Prof. Dr. Ayşe Vildan BEŞE Arş. Gör. Serdar ARAL	BİBERİYE ( <i>Rosmarinus Officinalis L.</i> ) BİTKİSİNİN MİKRODALGADA KURUTMASININ OPTİMİZASYONU
Arş. Gör. Serdar ARAL Prof. Dr. Ayşe Vildan BEŞE	ALIÇ MEYVESİNİN KONVEKTİF BİR KURUTUCUDA KURUTMA İŞLEMİ İÇİN TERMODİNAMİK BİR İNCELEME
Öğr. Gör. Serpil ÖZMEN Öğr. Gör. Elif KANT	ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ NARMAN MESLEK YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİNİN SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER
Öğr. Gör. Elif KANT Öğr. Gör. Serpil ÖZMEN	YAŞLI VE ENGELLİ BAKIMI ÖĞRENCİLERİNİN ÖLMEKTE OLAN BİREYE BAKIM VERMEYE İLİŞKİN TUTUMLARI
Öğr. Gör. Arzu GEZER Prof. Dr. Ebru KARADAĞ SARI	İN SİTU HİBRİDİZASYON YÖNTEMİ
Öğr. Gör. Arzu GEZER Prof. Dr. Ebru KARADAĞ SARI	LABORATUVAR HAYVANLARINDA ERKEK ÜREME SİSTEMİ
ARŞ. GÖR. DR. ELA VAROL ARŞ. GÖR. METİN YILDIZ DR. ÖĞR. ÜYESİ ESRA ŞENTÜRK DR. ÖĞR. ÜYESİ HILAL ÜSTÜNDAĞ	HEMŞİRELİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER
DR. ÖĞR. ÜYESİ ESRA ŞENTÜRK ÖĞR. GÖR. GÜLPINAR ASLAN DOÇ. DR. MURAT ŞENTÜRK	YAŞLI BİREYLERDE SERUM KARBONİK ANHİDRAZ ENZİM SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ
DR. ÖĞ. ÜYESİ ELİF GÖZGEÇ	BÖBREK KİTLELERİNİN ABDOMİNAL BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ve MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ ve PATOLOJİK KORELASYONU
Dr. Öğr. Üyesi Songül KARAKAYA Prof. Dr Ümit İNCEKARA Dr. Öğr. Üyesi Ahmet POLAT Prof. Dr Özkan AKSAKAL Doç. Dr Yusuf Ziya SÜMBÜLLÜ	AN ETHNOBOTANICAL STUDY OF MEDICINAL PLANTS IN ASKALE, ISPIR, PAZARYOLU, TORTUM AND UZUNDERE (ERZURUM-TURKEY)
Dr. Öğr. Üyesi Songül KARAKAYA	ANTIOXIDANT AND ANTICHOLINESTERASE POTENTIAL OF EXTRACTS AND FRACTIONS OF <i>FERULA ORIENTALIS L.</i> (APIACEAE) GROWING IN TURKEY

Др. Раиса Бабадишишвили (Gürcistan)	СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ «БОЛЬНИЦЫ МОРЯКОВ»
--	--

04.05.2019- SATURDAY

17:00 - 19:00

Salon 1, SESSION-5	SESSION HEAD: DR. ÖZGÜR ÇELEBİ
MUSTAFA CAN GÜLER ERSEN ERASLAN	THE THERAPEUTIC EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF ALLIIN AGAINST OXIDATIVE DAMAGE OF LUNG TISSUE INDUCED BY RENAL ISCHEMIA REPERFUSION MODEL
FAZİLE NUR EKİNCİ AKDEMİR AYHAN TANYELİ	POSSIBLE PROTECTIVE ROLE OF MARESIN 1 AS AN ANTIOXIDANT AGAINST DISTANT ORGAN DAMAGE CREATED USING THE OVARIAN TORSION AND DETORSION METHOD
Fatih BAYGUTALP Ayhan KUL Köksal SARIHAN	ERZURUM İLİNDE YAYGIN KAS- İSKELET SİSTEMİ AĞRISI OLAN HASTALARIN D VİTAMİNİ DÜZEYLERİ
M. FİDAN, M. KOCAKOÇ R.TAPRAMAZ	Cu <sup>2+</sup> KATKILANDIRILMIŞ [Ni(sac) <sub>2</sub> (enc) <sub>2</sub> ].(H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> KRİSTALİNİN EPR SPEKTORSKOPİSİ ile İNCELENMESİ
Erkan ÖZMEN Özgür ÇELEBİ Demet ÇELEBİ	GASTROENTERİTLER VE MANTAR FLORASI DEĞİŞİMİ
Demet ÇELEBİ	HİPPOPHAE RHAMNOİDES (YALANCI İĞDE)' NİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ
DR. ÖZGÜR ÇELEBİ	FREQUENCY AND CAUSE OF TULAREMİA İN OUR REGION
ERKAN ÖZMEN	ERZURUM BÖLGESİNDE FARKLI YAŞ GRUPLARINDA HEPATİT A SEROPREVALANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Erkan ÖZMEN Özgür ÇELEBİ Demet ÇELEBİ	AKUT SOLUNUM YOLU ENFEKSİYONLU HASTALARDA SOLUNUM YOLU VİRUSLARININ LABORATUVAR EPİDEMİYOLOJİSİ, 2017-2018, ERZURUM
MERYEM AKKURT NELİSA TÜRKÖĞLU	ABDOMİNAL CERRAHİDE KULLANILMAK ÜZERE MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZE EDİLMESİ

04.05.2019- SATURDAY

09:00 - 11:00

Salon 2, SESSION-1	SESSION HEAD: Prof. Dr. Yavuz TOPCU
Prof. Dr. Yavuz TOPCU	TÜKETİCİLERİN İÇME SÜTÜ SATIN ALMA MODELLERİ ETKİLEYEN HEDONİK KALİTE NİTELİKLERİ: TRA1 BÖLGESİ ÖRNEĞİ
Prof. Dr. Yavuz TOPCU	TÜKETİCİLERİN BÖLGE ORJİNLI İÇME SÜTÜ TERCİH PROFİLLERİ VE PİYASA PAYLARI: TRA1 BÖLGESİ ÖRNEĞİ
ERDAL GÖNÜLAL SÜLEYMAN SOYLU MEHMET ŞAHİN	KOP BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN TARLA BİTKİLERİNİN SU İHTİYAÇLARI VE KISINTILI SULAMAYA GÖSTERDİKLERİ TEPKİLER
Assoc. Prof. Dr. Ömer KILIÇ Prof. Dr. Şinasi YILDIRIMLI	SANCAK (BİNGÖL-MERKEZ) VE ÇEVRESİ FLORASINDA ARICILIK AÇISINDAN ÖNEMLİ BİTKİLER
Nagihan Gülay DEMİROL Assoc. Prof. Dr. Ömer KILIÇ	ARILARIN BİTKİLERİ ZİYARETİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER VE DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜNDEKİ ÖNEMLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep AKAR Damla AKILLI Fatih SERBES	HELİCHRYSUM PLİCATUM DC. SUBSP. PLİCATUM BİTKİSİNİN FARKLI POLARİTEYE SAHİP ÇÖZÜCÜLER KULLANILARAK ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN VE FENOLİK İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ



Prof. Dr . SULHATTİN YAŞAR Arş. Gör. RAMAZAN TOSUN	FUNGAL FERMANTASYON İLE SOYA FASULYESİ KÜSPESİNE FONKSİYONEL ÖZELLİKLER KAZANDIRMA
Prof. Dr . SULHATTİN YAŞAR Arş. Gör. RAMAZAN TOSUN	TRİCHODERMA REESEİ SİMMONS, ANAMORPH(ATCC® 26921) İLE FERMENTE EDİLMİŞ AYÇİÇEĞİ KÜSPESİNİN FONKSİYONEL YEM OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ
Dr. Bakıgul Tursunbayeva (Kazakistan)	Electronic Health Records of Kazakhstan

04.05.2019- SATURDAY

11:00 - 13:00

<b>Salon 2, SESSION-2</b>	<b>SESSION HEAD: DR.ÖĞR. ÜYESİ ÖZLEM ÇAKIR</b>
Ayşenur TARHAN Arş. Gör. Tuğba ELBİR Dr. Öğ. Üyesi Aybike KAMILOĞLU Habibe MEMİŞ	ET ÜRÜNLERİNDE KORUYUCU AJAN OLARAK PROPOLİS
HABİBE MEMİŞ AYŞENUR TARHAN DR. ÖĞ. ÜYESİ AYBIKE KAMILOĞLU ARŞ. GÖR. TUĞBA ELBİR	YAĞI AZALTILMIŞ TAVUK KÖFTELERİNDE KUŞBURNU ( <i>ROSA CANINA L.</i> ) KULLANIMININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ
DR.ÖĞR. ÜYESİ ÖZLEM ÇAKIR BÜŞRA TÜYSÜZ DOÇ.DR. ENES DERTLİ DOÇ.DR. ENGİN ŞAHİN	AHLAT ( <i>Pyrus elaeagnifolia L.</i> ) MEYVESİNDEN ELDE EDİLEN PEKTİNİN KARAKTERİZASYONU
ELİF PINAR İLHAN DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZLEM ÇAKIR DOÇ. DR. ENES DERTLİ DOÇ. DR. ENGİN ŞAHİN	YABANI MEYVELERİN ANTIÖKSİDAN POTANSİYELİ
BÜŞRANUR ÇANAĞÇI DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZLEM ÇAKIR DOÇ. DR. ENGİN ŞAHİN	FONKSİYONEL GIDA KAVRAMI VE POST-BİYOTİKLER

DOÇ. DR. ENES DERTLİ	
BÜŞRANUR ÇANAĞÇI DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZLEM ÇAKIR DOÇ. DR. ENGİN ŞAHİN DOÇ. DR. ENES DERTLİ	FARKLI BİR KAYNAK OLARAK KUŞBURNU MEYVESİNDEN PEKTİNİN KARAKTERİZASYONU
YASEMİN KAYA DOÇ. DR. ENGİN ŞAHİN DOÇ. DR. ENES DERTLİ	FRUKTOFİLİK LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN GIDA TEKNOLOJİLERİ AÇISINDAN ÖNEMİ
YASEMİN KAYA DOÇ. DR. ENGİN ŞAHİN DOÇ. DR. ENES DERTLİ	ÖNEMLİ BİR PREBİYOTİK OLARAK İNÜLİN
Melike VURMAZ Doç. Dr. Engin ŞAHİN Doç. Dr. Enes DERTLİ	BAKTERİYOFAJLARIN BİYOKORUYUCU OLARAK GIDA SANAYİNDE KULLANIM OLANAKLARI
Melike VURMAZ Doç. Dr. Engin ŞAHİN Doç. Dr. Enes DERTLİ	LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ ve BAĞIŞIKLIK ÜZERİNE POTANSİYEL ETKİLERİ

04.05.2019- SATURDAY

14:00 - 16:00

<b>Salon 2, SESSION-3</b>	<b>SESSION HEAD: DR. ÖĞR. ÜYESİ BÜNYAMİN ALIM</b>
DR. ÖĞ. ÜYESİ ASLIHAN KURNUÇ SEYHAN MERVE KÖSE	GÜNEŞ RADYASYONU DİKKATE ALINARA OPTİMUM YALITIM KALINLIĞI BELİRLEMENİN İRDELENMESİ
DR. ÖĞR. ÜYESİ BÜNYAMİN ALIM	INVESTIGATION OF RADIATION SHIELDING FEATURES OF W-BASED HEAVY ALLOYS
DR. ÖĞR. ÜYESİ BÜNYAMİN ALIM DR. ÖĞR. ÜYESİ ERDEM ŞAKAR PROF. DR. İBRAHİM HAN	DETERMINATION OF EFFECTIVE CONDUCTIVITIES, EFFECTIVE ATOMIC AND ELECTRON NUMBERS OF NEXTEL CERAMICS

Şeyma YÜCEL ALTAY Ferhat BOZKURT Mete YAĞANOĞLU	HAVA KALİTESİ TAHMİNİNDE DERİN ÖĞRENME UYGULAMALARI HAKKINDA BİR İNCELEME
Şeyma YÜCEL ALTAY Ferhat BOZKURT Faruk Baturalp GÜNAY	SAĞLIK HİZMETLERİNDE NESNELERİN İNTERNETİNİN KULLANIMI VE UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME
Zeynep CANTEMİR Doç. Dr. Hacer KARACAN	DERİN ÖĞRENME TEKNİKLERİ KULLANILARAK ALZHEIMER HASTALIĞI TEŞHİSİ
Dr. Özgü BAYRAK	SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE ÇUKURCUK KOROZYONUNUN KALÇA PROTEZİNİN GERİLME DAĞILIMINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI
Erman ALBAYRAK Doç. Dr. Hatice VURAL	YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEORİSİ (TRIZ) İLE DRONE KULLANIMINDA YAKIT VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMAYA YÖNELİK YENİ BİR TASARIM

04.05.2019- SATURDAY

16:00 - 18:00

<b>Salon 2, SESSION-4</b>	<b>SESSION HEAD: DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖMER CAN</b>
Hasan POLAT Meral OLTULU İbrahim ALAMERİ	EFFECT OF ADDING POLYPROPYLENE FIBER ON THE PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITES
İbrahim ALAMERİ Meral OLTULU	THE EFFECT OF HIGH TEMPERATURES ON THE PROPERTIES OF HARDENED CONCRETE WITH BAUXITE RESIDUE MATERIALS
DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖMER CAN	PRESDEKİ KIRILMA YÖNÜNÜN BETON BASINÇ DAYANIMINDA ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA
DOÇ.DR. MUSTAFA ÇULLU	AĞIR BETONLARIN BASINÇ DAYANIMININ BELİRLENMESİNDE TAHRİBATSIZ TEST

DR.ÖĞR. ÜYESİ ÖMER CAN	YÖNTEMLERİNİN ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜLLÜCE	YAŞANABİLİR BİR GELECEK İÇİN KARBON YAKALAMA TEKNOLOJİLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜLLÜCE	TÜRKİYE'DE KARBONDİOKSİT GAZI ÜRETİMİ VE TİCARİ KULLANIMI
DR. ÖĞR. ÜYESİ AYSUN ALTIKAT	SIFIR ATIK UYGULAMA AŞAMALARI: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ KAMPÜS ÖRNEĞİ
DR. ÖĞR. ÜYESİ AYSUN ALTIKAT	ELEKTRİK PİYASASI KANUNUNDA DEĞİŞİKLİK: GÜNEŞ ENERJİLİ ÇATILAR
Tuba ÇAKICI, Murat ÖZDAL, Mutlu KUNDAKCI	FABRICATION OF MICROBIAL SYNTHESIZED ZNSE-NPS AS THIN FILMS AND ZnSe/p-Si DEVICE APPLICATION
Tuba ÇAKICI, Murat ÖZDAL, Mutlu KUNDAKCI	BIOSYNTHESIS OF COPPER SELENIDE NANOPARTICLES (CuSe-NpS) VIA BACTERIA AND THEIR USE IN THIN FILM FORMATION

	POSTERS
M. Ali YILDIRIM Mert KARADEMİR Sümeýra TUNA YILDIRIM Selim ACAR Ali Orkun ÇAĞIRTEKİN Aytunç ATEŞ	H <sub>2</sub> S GAS SENSING PROPERTIES OF THE V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> SENSORS WITH NANOPATE STRUCTURE DEPOSITED BY HYDROTHERMAL METHOD
M. Ali YILDIRIM Mert KARADEMİR Sümeýra TUNA YILDIRIM Selim ACAR Ali Orkun ÇAĞIRTEKİN Aytunç ATEŞ	THE EFFECT OF DEPOSITION TIME ON OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> NANOSTRUCTURES DEPOSITED BY HYDROTHERMAL METHOD

## CONTENTS

CEMENTING AND STRENGTHENING OF STONE BLOCKS BY MICROFIBER, CO  
POLYMER AND FLY ASH FOR SLOPE STABILITY IN COAL MINING SITE

Dr. Yıldırım İsmail TOSUN

*Page 1-5*

MICROWAVE CARBONATION OF THERMAL POWER PLANT FLUE GAS/CO<sub>2</sub> FOR  
SOIL REMEDIATION AND STABILIZATION

Dr. Yıldırım İsmail TOSUN

*Page 6-14*

CO GAS SENSING PROPERTIES OF CD(OH)<sub>2</sub> THIN FILMS SYNTHESIZED BY  
SILAR METHOD

Esra Demet MÜEZZİNOĞLU, Sümeyra Tuna YILDIRIM, Ali Orkun AĞIRTEKİN,  
M. Ali YILDIRIM, Aytunç ATEŞ, Selim ACAR

*Page 15*

ZEOLİTİK İMİDAZOLAT ESASLI ÇERÇEVELERİN  
SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Mohamed Ali MOHAMUD, Doç. Dr. Ayşe BAYRAKÇEKEN YURTCAN

*Page 16-23*

ALTIN NANOPARÇACIK DESTEKLİ İSY-FDT ile KANSER TEDAVİSİ  
GELİŞTİRİLMESİ

Sena SALTA SAVAŞ<sup>1</sup>, Ar. Gör. Melike GÜNEY AKKURT<sup>1,2</sup>,  
Dr. Mustafa Kemal RUHİ<sup>1</sup>, Prof. Öğ. Üyesi Murat GÜLSOY

*Page 24-39*

CO GAS SENSING PROPERTIES OF IN<sub>2</sub>O<sub>3</sub> THIN FILMS SYNTHESIZED BY SILAR  
METHOD

Banu HOROZ, Sümeyra TUNA YILDIRIM, Baktiyar SOLTABAYEV,  
M. Ali YILDIRIM, Aytunç ATEŞ, Selim ACAR

*Page 40*

THE EFFECT OF SOME PHYSICAL VARIABLES IN COPPER FLOTATION  
Sevdanur OTARAN

Assoc. Prof. Dr. Vildan ÖNEN  
Research Assistant Hasan Ali TANER

*Page 41*

TS (ISO) 45001 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ STANDARDININ İŞ SAĞLIĞI VE  
GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ  
Dr.Öğr.Üyesi Ruhi YEŞİLDAL  
Öğr.Gör.Selçuk SİNCAR

*Page 42-53*

TÜRKİYE'DEKİ HAVA KİRLİLİĞİ VE SERA GAZI EMİSYON ENVANTERİNİN GRİ  
TAHMİN YÖNTEMİ İLE TAHMİN EDİLMESİ  
Aslıhan CAVLI, Rumeysa DAĞSOY, Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILMAZ

*Page 54-69*

ENVIRONMENTAL FLUID MECHANICS  
Dr. Marvan KAMAL (JORDAN)

*Page 70*

SOME CONVEXITY PROPERTIES FOR TWO NEW INTEGRAL OPERATORS  
INVOLVING AN EXTENDED LINEAR DIFFERENTIAL OPERATOR

Prof. Dr. Erhan Deniz, Assoc. Prof. Dr. Murat Çağlar

*Page 71-78*

FABER POLYNOMIAL COEFFICIENTS BOUNDS FOR GENERALIZED  
BI-SUBORDINATE FUNCTIONS BY USING AN DIFFERENTIAL OPERATOR

Prof. Dr. Erhan Deniz, Assoc. Prof. Dr. Murat Çağlar

*Page 79-86*

FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR CERTAIN SUBCLASSES OF ANALYTIC  
FUNCTIONS BY USING A DIFFERENTIAL OPERATOR

Prof. Dr. Erhan Deniz, Assoc. Prof. Dr. Murat Çağlar, Hümeysra Latife Laçın

*Page 87-98*

İÇERİSİNDE N TANE ÇEMBER BULUNDURAN PROBLEMLERİN EVRİTİMLE  
BASİTLEŞTİRİLMESİ

Engin BOZAN<sup>1</sup>, Prof. Dr. Erhan DENİZ

*Page 99-109*

SOME CRITERIA FOR UNIVALENCE RELATED TO HADAMARD PRODUCT

Hilal Alan SARI, Prof. Dr. Erhan DENİZ, Assoc. Prof. Dr. Murat ÇağLAR  
Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

*Page 110-115*

ON FLATNESS OF WEYL PROJECTIVE AND  $\mathcal{M}$ -PROJECTIVE CURVATURE  
TENSORS OF KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

Nesrin ÇALIŞKAN<sup>1</sup> & Mehmet DAYAN<sup>2</sup>

*Page 116-121*

ON SOME SYMMETRY PROPERTIES OF  $\mathcal{M}$  –PROJECTIVE CURVATURE TENSOR  
OF KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

Nesrin ÇALIŞKAN<sup>1</sup> & Mehmet DAYAN<sup>2</sup>

*Page 122-130*

THE FIBONACCI-JACOBSTHAL LENGTHS OF THE POLYHEDRAL GROUPS

Prof. Dr. Ömür DEVECİ, Furkan YILMAZ

*Page 131-135*

DETERMINATION OF  $L_3$  SUBSHELL FLUORESCENCE YIELDS AND LEVEL  
WIDTHS FOR W AND U IN THE EXTERNAL MAGNETIC FIELD

Prof. Dr. Demet YILMAZ<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Tuba AKKUŞ<sup>2</sup>,

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep UZUNOĞLU<sup>3</sup>

*Page 136-142*

MEDİKAL SIVI ATIKLARDAN RADYOAKTİF I-131'İN AYRIŞTIRILMASI

Prof. Dr. Demet YILMAZ, Prof. Dr. Ali GÜROL

*Page 143-147*

WEB CAM KULLANARAK KOZMİK IŞINLARIN GÖZLENMESİ

Arş. Gör. Ahmet POLATOĞLU, Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK

*Page 148-152*

KOZMİK IŞINLARI TESPİT ETME YÖNTEMLERİ

Arş. Gör. Ahmet POLATOĞLU

*Page 153-157*

DETERMINATION OF L3 SUBSHELL FLUORESCENCE YIELDS AND LEVEL WIDTHS FOR W AND U IN THE EXTERNAL MAGNETIC FIELD

Prof. Dr. Demet YILMAZ<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Tuba AKKUŞ<sup>2</sup>,  
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep UZUNOĞLU<sup>3</sup>

*Page 158-162*

BİRLİKTELİK KURALLARI ANALİZİ İLE ÜNİVERSİTE KÜTÜPHANE OTOMASYONUNA AİT ÖRÜNTÜLERİN ÇIKARILMASI

İshak FIRAT<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Fulya ASLAY

*Page 163-164*

CHARACTERIZATION OF TRANSITION METAL Co, Ni, Fe-DOPED ZnO DILUTED MAGNETIC SEMICONDUCTOR FILMS GROWN BY CHEMICAL SPRAY PYROLYSIS METHOD.

Dr. Öğ. Üyesi Sevda Sarıtaş, Dr. Öğ. Üyesi Erdal Turgut, Prof.Dr. Mutlu Kundakçı, Doç.Dr. Bekir Gürbulak, Prof.Dr. Muhammet Yıldırım

*Page 165-172*

2-PİRİDİNKARBOKSAMİD MOLEKÜLÜNÜN YAPISAL, ELEKTRONİK ve LİNEER OLMAYAN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN TEORİK İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU

*Page 173-180*

HİDANTİON-L-ASPARTİK ASİT MOLEKÜLÜNÜN YAPISAL, ELEKTRONİK, TİTREŞİM ve LİNEER OLMAYAN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU

*Page 181-188*

MEMELİ HAYVANLARIN DUODENUM'U ÜZERİNDE MAKROANATOMİK İNCELEMELER

Prof. Dr. Derviş ÖZDEMİR

*Page 189-194*

İDİOPATİK GRANÜLAMATÖZ MASTİT VE STEROİD

Zeynep Şener Bahçe

*Page 195-196*

---



KLİNİĞİMİZDE SON 1 YIL İÇERİSİNDE KOLONOSKOPİ YAPILAN HASTALARIN  
DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE MALİGNİTE GÖRÜLME SIKLIĞI

Esra DIŞCI, Erdem KARADENİZ

*Page 197*

OVERVIEW OF THE USE OF ADVANCED RADIATION TECHNOLOGIES IN  
MEDICAL APPLICATION

Sibel KARACA, Timur KOCA

*Page 198-204*

KÜLTÜRE ALINMIŞ İNSAN LENFOSİTLERİNDE PERMETRİN  
GENOTOKSİSİTESİNE KARŞI KORUYUCU BİR YAKLAŞIM: *PORTULACA*  
*OLERACEA L.*

Dr. Halit Kızılet, Prof. Dr. Handan Uysal

*Page 205-210*

PREMATÜRE RETİNOPATİLİ BEBEKLERDE RETİNOPATİ EVRELERİ VE KAN  
MAĞNEZYUM DÜZEYİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Dr.Öğr.Üyesi Emine ÇİNİCİ , Dr.Öğr.Üyesi Mustafa KARA

*Page 211-215*

SAĞLIK YÖNETİMİ AÇISINDAN ÇALIŞMA HAYATIN'DA MOBBİNG

Neşe BAKAN (MAVİ)

Prof. Dr. Mehmet Fikret GEZGİN

*Page 216-217*

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ORNIDAZOL AND THINIDAZOLINE ON  
HUMAN GLUTATHIONE REDUCTAZ ENZYME ACTIVITY

Dr. Yunus Emre ERAT

Prof. Dr. Mustafa ERAT

*Page 218-220*

DYNAMICAL ANALYSIS OF CONFORMABLE FRACTIONAL ORDER LOTKA-  
VOLTERRA PREDATOR-PREY MODEL

Arş. Gör. Güven KAYA

Dr. Öğr. Üyesi Şenol KARTAL

*Page 221*

A LARGE CLASS IN  $L_{w,1}[0,1]$  WITH FIXED POINT PROPERTY FOR AFFINE  
NONEXPANSIVE MAPPINGS

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,

Ebru TOPCU  
*Page 222-229*

A LARGE CLASS IN  $L_1[0,1]$  WITH FIXED POINT PROPERTY FOR NONEXPANSIVE  
MAPPINGS

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,

Ebru TOPCU  
*Page 230-236*

SOSYAL BİLİMLERDE MATEMATİK EĞİTİMİ: MÜFREDAT, YÖNTEM VE  
MODELLEME

Doç. Dr. Cavit YEŞİLYURT

*Page 237-245*

NEIGHBORHOODS OF CERTAIN CLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS DEFINED  
BY NORMALIZED WRIGHT FUNCTION

Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR, Prof. Dr. Erhan DENİZ

*Page 246-253*

COEFFICIENT INEQUALITIES FOR A SUBCLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS  
ASSOCIATED WITH CHEBYSHEV POLYNOMIALS

Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR, Prof. Dr. Erhan DENİZ

*Page 254-260*

COEFFICIENT ESTIMATES FOR A SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS  
DEFINED BY DIFFERENTIAL OPERATOR

Soner KÜÇÜK, Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR, Prof. Dr. Erhan DENİZ

*Page 261-268*

THE FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR A SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS  
DEFINED BY DIFFERENTIAL OPERATOR

Soner KÜÇÜK, Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR, Prof. Dr. Erhan DENİZ

*Page 269-275*

DETERMINATION OF PHOTON INTERACTION PARAMETERS OF Dy<sup>3+</sup> DOPED  
DIAMAGNETIC GLASSES

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR  
*Page 276-283*

DETERMINATION OF EFFECTIVE ATOMIC NUMBERS OF Dy<sup>3+</sup> DOPED ZINC  
SODIUM BISMUTH BORATE GLASSES WITH HEAVY IONS AND PHOTON  
RADIATION

Özgür Fırat ÖZPOLAT, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALİM  
*Page 284-291*

CALCULATION OF STOPPING POWER AND RANGE OF HEAVY IONS RADIATION  
OF W-BASED HEAVY ALLOYS

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALİM  
*Page 292-299*

INVESTIGATION OF HALF VALUE LAYER, MEAN FREE PATH AND EFFECTIVE  
ELECTRON DENSITY OF Ni-DOPED BISMUTH BORATE GLASSES

Özgür Fırat ÖZPOLAT, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALİM, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR  
*Page 300-310*

THE EFFECT OF GO AND AU-RGO İNTERFACİAL LAYERS ON AU/p-Sİ  
RECTİFYİNG CONTACT PARAMETERS AT ROOM TEMPERATURE

Dr. Öğ. Üyesi Ahmet TAŞER, Prof. Dr. Mustafa SAĞLAM,  
Doç. Dr. Betül GÜZELDİR, Prof. Dr. Duygu EKİNCİ  
*Page 311-320*

ABDOMİNAL CERRAHİDE KULLANILMAK ÜZERE MEMBRANLARIN  
HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZE EDİLMESİ

Meryem Akkurt , Nelisa Türkoğlu  
*Page 321-322*

DROSOPHİLA MELANOGASTER'de ABİETİK ASİT'İN BİO-TOKSİK ETKİLERİ

Yük. Lis. Öğr. Hatice ÇELİK , Prof. Dr. Handan UYSAL  
*Page 323-330*

TÜRKİYE'DEN LOKAL ENDEMİK *SALVIA SIIRTICA* KAHRAMAN, CELEP &  
DOĞAN ÜZERİNE MORFOLOJİK, ANATOMİK VE PALİNOLOJİK  
ÇALIŞMALAR

Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN

*Page 331-337*

DROSOPHILA MELANOGASTER'DE PERMETRİN İLE UYARILAN SOMATİK  
MUTASYONLARA KARŞI SEMİZOTU KULLANIMI

Dr. Halit KIZILET, Prof. Dr. Handan UYSAL

*Page 338-344*

ÖMÜR UZUNLUĞUNU SINIRLANDIRICI BİR FAKTÖR OLARAK  
NANOPARTİKÜLLER

Y. L. Öğr. Kakageldi Amandurdiyev , Prof. Dr. Handan Uysal

*Page 345-350*

A NEW, EFFICIENT AND FAST REDUCTIVE AMINATION METHODOLOGY BY  
USING PD NANOPARTICLES SUPPORTED ON MPG-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> AS A CATALYST

*Bilal NİŞANCI*

*Page 351*

INVESTIGATION OF PYROLYSIS KINETICS OF NON-ISOTHERMAL CONDITIONS  
FROM BIOMASS SEEDS

Assist. Prof. Dr. Meltem KIZILCA CORUH

Assist. Prof. Dr. Hatice BAYRAKÇEKEN

*Page 352-361*

TRIMETHYL BORATE PRODUCTION FROM COLEMANITE MINERAL

Assist. Prof. Dr. Meltem KIZILCA CORUH

Prof. Dr. Mehmet COPUR

*Page 362-374*

PEM YAKIT PİLLERİNDE KULLANILAN GRAFEN VE GRAFEN BAZLI  
MALZEMELER

Meryem Samancı, Doç. Dr. Ayşe Bayrakçeken Yurtcan

*Page 375-383*

Cu KATKILI TiO<sub>2</sub> NANOTÜP FOTOKATALİZÖRLERİN SENTEZLENMESİ VE  
KARAKTERİZASYONU

Prof. Dr. Taner TEKİN, Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ, Doç. Dr. Derya TEKİN

*Page 384-389*

Mn KATKILI TiO<sub>2</sub> NANOTÜP FOTOKATALİZÖRLERİNİN SENTEZLENMESİ VE  
KARAKTERİZASYONU

Prof. Dr. Taner TEKİN, Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ, Doç. Dr. Derya TEKİN

*Page 390-395*

COMPARISON OF BIODIESEL PRODUCTION FROM BEEF TALLOW WITH  
CONVENTIONAL / ULTRASONIC ASSISTED METHOD

Assis.Prof. Dr. Tuba Hatice DOĞAN

*Page 396-402*

$q$ - STARLIKENESS CONDITIONS OF ANALYTIC AND UNIVALENT FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR

*Page 403-409*

$q$ - CONVEXITY CONDITIONS OF ANALYTIC FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Oğuzhan DERYA

*Page 410-416*

COEFFICIENT AND FEKETE-SZEGÖ PROBLEM OF CERTAIN CLASS OF ANALYTIC  
FUNCTIONS DEFINED BY  $q$ - DERIVATIVE

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR

*Page 417-424*

ON THE FEKETE-SZEGÖ TYPE FUNCTIONAL OF CERTAIN CLASS ANALYTIC  
AND UNIVALENT FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR,

Oğuzhan DERYA

*Page 425-431*

A LARGE CLASS IN  $L_1[0,1]$  WITH FIXED POINT PROPERTY FOR NONEXPANSIVE MAPPINGS

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,

Engin BOZYEL

*Page 432-440*

RIESZ ANGLE FOR LORENTZ FUNCTION SPACE  $L_{w,1}^0[0,1]$  AND UNIFORM LIPSCHITZ ESTIMATE FOR A CLASS IN LORENTZ SEQUENCE SPACE  $\ell_{w,1}$

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,

Engin BOZYEL

*Page 441-453*

EXPLORING ASYMPTOTICALLY ISOMETRIC PROPERTIES THAT IMPLY THE FAILURE OF THE FIXED POINT PROPERTY IN COPIES OF  $c_0$

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,

*Page 454-461*

EXPLORING ASYMPTOTICALLY ISOMETRIC PROPERTIES THAT IMPLY THE FAILURE OF THE FIXED POINT PROPERTY IN COPIES OF  $\ell^1$

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,

*Page 462-469*

SET-BASED APPROACH TO AFFINE FIXED POINT PROPERTY FOR SOME RENORMINGS OF  $c_0$

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,

Sıddık SADE, Tahsin ATEŞ

*Page 470-479*

SET-BASED APPROACH TO AFFINE FIXED POINT PROPERTY FOR LORENTZ-MARCINKIEWICZ SPACE  $\ell_{\delta,1}$

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,

Sıddık SADE

*Page 480-492*

SiO<sub>2</sub>@CuO NANOKOMPOZİT FOTOKATALİZÖRLERİN ÜRETİMİ VE  
KARAKTERİZASYONU

Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ, Prof. Dr. Taner TEKİN, Doç. Dr. Derya TEKİN  
*Page 493-498*

FARKLI NEM İÇERİKLERİ VE SÜRTÜNME DÜZLEMLERİNİN ASPİR'DE  
(*CARTHAMUS TINCTORIUS*) STATİK SÜRTÜNME KATSAYILARINA OLAN  
ETKİLERİ

Doç. Dr. Sefa ALTIKAT  
*Page 499-506*

ÜLKEMİZDE TARIM İLAÇLARI KULLANIMI VE SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜ İÇİN  
SORUNLARI

Harun ARSLAN  
*Page 507-508*

HEMŞİRELERİN PROFESYONEL BENLİK ALGILARININ VE MESLEKİ  
BAĞLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Burcu ALAÇAM, Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül SARIOĞLU KEMER,  
Arş. Gör. Serpil ÖZCAN  
*Page 509-517*

ERZURUM İLİNDE GEBELERDE RUBELLA, CMV VE TOKSOPLAZMOZİS  
ENFEKSİYONLARININ SEROPREVALANSI

Mehtap Hülya ASLAN, Murat ALADAĞ  
*Page 518-524*

ÇEKİRDEK-KABUK YAPILI FONKSİYONEL NiO/SiO<sub>2</sub> NANOKOMPOZİT  
FOTOKATALİZÖRLERİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ, Prof. Dr. Taner TEKİN, Doç. Dr. Derya TEKİN  
*Page 525-530*

KÜLTÜRE ALINMIŞ İNSAN LENFOSİTLERİNDE PERMETRİN  
GENOTOKSİSİTESİNE KARŞI KORUYUCU BİR YAKLAŞIM: *PORTULACA*  
*OLERACEA L.*

Dr. Halit Kızılet, Prof. Dr. Handan Uysal  
*Page 531-536*

TÜRKİYE'DE İNFERTİLİTE TEDAVİSİNDE GELENEKSEL BİTKİSEL TEDAVİ

Esen SEZEN KARAOĞLAN

*Page 537-542*

TOPRAK İŞLEME SİSTEMLERİNİN TOPRAĞIN MİKROBİYAL AKTİVİTESİNE  
ETKİLERİ

Doç. Dr. Sefa ALTIKAT

*Page 543-551*

EFFECT OF MgO ADDITIVE (METALLIC SALT) ON THE COAL COMBUSTION  
PROCESS

Elif Yağmur KIZILIRMAK<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Jale NAKTİYOK

*Page 552-559*

FLUORESCENT CHEMOSENSORS FOR METAL IONS DETECTION

Dr. Elif ŞENKUYTU

*Page 560*

SHAPE- AND SIZE- CONTROLLED ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF BINARY  
SEMICONDUCTOR NANOPARTICLES

Dr. Öğr. Üyesi Fatma BAYRAKÇEKEN NİŞANCI

*Page 561-564*

KOYUN PNÖMONİLERİNDE PARAINFLUENZA 3 VİRÜS VARLIĞININ  
İMMUNOHİSTOKİMYASAL YÖNTEMLE ARAŞTIRILMASI

Öğr. Gör. Gizem ESER , Prof. Dr. Yavuz Selim SAĞLAM

*Page 565-566*

ERZURUM İLİNDE KOYUNLARDA PULMONER ADENOMATOZİSİN  
PREVALANSININ HİSTOPATOLOJİK OLARAK ARAŞTIRILMASI

Öğr. Gör. Gizem ESER , Prof. Dr. Yavuz Selim SAĞLAM, Prof. Dr. Kübra Asena TERİM  
KAPAKİN, Arş. Gör. Muhammed Bahaeddin DÖRTBUDAK, Doç. Dr. Serkan YILDIRIM

*Page 567-574*

THERMAL ANALYSIS FOR THE CEMENT PASTE EXPOSED TO HIGH  
TEMPERATURE

Duygu ADIGÜZEL, Dr. Öğr. Üyesi Jale NAKTİYOK, Doç. Dr. A. Ferhat BİNGÖL

*Page 575-583*



TiO<sub>2</sub>/PEG NANOKOMPOZİT KATALİZÖRÜNÜN SENTEZİ VE FOTOKATALİTİK  
AKTİVİTESİNİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Derya TEKİN, Derya BİRHAN , Prof.Dr.Taner TEKİN  
*Page 584-588*

TiO<sub>2</sub>/r-GO NANOKOMPOZİT KATALİZÖRÜNÜN TERMAL VE YAPISAL  
ANALİZLERİNİN İNCELENMESİ

Doç.Dr.Derya TEKİN, Derya BİRHAN, Prof.Dr.Taner TEKİN  
*Page 589-594*

BOUND ESTIMATES FOR THE COEFFICIENTS AND FEKETE-SZEGÖ FUNCTIONAL  
OF CERTAIN CLASS OF ANALYTIC

FUNCTIONS DEFINED BY  $q$ - DERIVATIVE

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Muharrem C.  
GÜNDÜZ

*Page 595-602*

SOME PROPERTIES OF CERTAIN CLASS OF ANALYTIC

FUNCTIONS DEFINED BY  $q$ - DERIVATIVE

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR,  
PhD student Semra KORKMAZ

*Page 603-608*

SOME PROPERTIES OF CERTAIN CLASS OF ANALYTIC

FUNCTIONS DEFINED BY  $q$ - DERIVATIVE

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR,  
PhD student Semra KORKMAZ

*Page 609-615*

THE FEKETE-SZEGÖ TYPE POBLEM OF CERTAIN ANALYTIC AND UNIVALENT  
FUNCTION CLASS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR,  
Taner TURAÇ

*Page 616-621*

EFFECTS OF THERMAL ANNEALING ON DIODE PARAMETERS FROM C-V  
MEASUREMENTS OF THE Cd/CdS/n-GaAs/In AND Cd/CdSe/n-GaAs/In STRUCTURES

Lect. Fatma YILDIRIM, Zeynep ORHAN,  
Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR, Prof. Dr. Mustafa SAĞLAM

*Page 622-634*

THE COMPARISON OF CURRENT -VOLTAGE CHARACTERISTICS OF Au/n-Si/Ti,  
AuAg/n-Si/Ti AND AuCu/n-Si/Ti SCHOTTKY DIODES AT ROOM TEMPERATURE

Zeynep Orhan , Lect. Fatma Yıldırım, Asst. Prof.Ahmet TAŞER, Assoc. Prof.Dr.Betül  
GÜZELDİR and Prof.Dr.Mustafa SAĞLAM

*Page 635-643*

THE FEKETE-SZEGÖ POBLEM OF THE INVERSE  
OF CERTAIN ANALYTIC FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR,  
Muharrem C. GÜNDÜZ

*Page 644-648*

THE COEFFICIENT ESTIMATES AND FEKETE-SZEGÖ PROBLEM OF THE INVERSE  
OF CERTAIN ANALYTIC FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR,  
Taner TURAÇ

*Page 649-653*

HEMŞİRELİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN  
SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Arş. Gör. Dr. Ela VAROL, Arş. Gör. Metin YILDIZ,  
Dr. Öğr. Üyesi Esra ŞENTÜRK, Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÜSTÜNDAĞ  
*Page 654-660*

YAŞLI BİREYLERDE SERUM KARBONİK ANHİDRAZ ENZİM  
SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Esra ŞENTÜRK, Öğr. Gör. Gülpınar ASLAN  
Doç. Dr. Murat ŞENTÜRK

*Page 661-665*

BÖBREK KİTLELERİNİN ABDOMİNAL BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ve MANYETİK  
REZONANS GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ ve PATOLOJİK  
KORELASYONU

Dr. Öğ. Üyesi Elif GÖZGEÇ  
*Page 666-670*

İN SİTU HİBRİDİZASYON YÖNTEMİ

Arzu GEZER, Ebru KARADAĞ SARI  
*Page 671-681*

LABORATUVAR HAYVANLARINDA ERKEK ÜREME SİSTEMİ

Arzu GEZER, Ebru KARADAĞ SARI  
*Page 682-696*

YAŞLI VE ENGELLİ BAKIMI ÖĞRENCİLERİNİN ÖLMEKTE OLAN BİREYE  
BAKIM VERMEYE İLİŞKİN TUTUMLARI

Öğr. Gör. Elif KANT, Öğr. Gör. Serpil ÖZMEN  
*Page 697-706*

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ NARMAN MESLEK YÜKSEKOKULU ÖĞRENCİLERİNİN  
SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Öğr. Gör. Serpil ÖZMEN, Öğr. Gör. Elif KANT  
*Page 707-724*

ANTIOXIDANT AND ANTICHOLINESTERASE POTENTIAL OF EXTRACTS AND  
FRACTIONS OF *FERULA ORIENTALIS* L. (APIACEAE) GROWING IN TURKEY

Dr. Öğr. Üyesi Songül KARAKAYA  
*Page 725-731*

AN ETHNOBOTANICAL STUDY OF MEDICINAL PLANTS IN ASKALE EAST OF  
ERZURUM-TURKEY

Dr. Öğr. Üyesi Songül KARAKAYA, Dr. Öğr. Üyesi Ahmet POLAT, Prof. Dr Özkan  
AKSAKAL, Doç. Dr Yusuf Ziya SÜMBÜLLÜ, Prof. Dr Ümit İNCEKARA

*Page 732-755*

ALIÇ MEYVESİNİN KONVEKTİF BİR KURUTUCUDA KURUTMA İŞLEMİ İÇİN  
TERMODİNAMİK BİR İNCELEME

Ar. Gör. Serdar ARAL and Prof. Dr. A.Vildan BEŞE<sup>1</sup>

*Page 756-764*

BİBERİYE (Rosmarinus Officinalis L.) BİTKİSİNİN MİKRODALGA  
KURUTULMASININ OPTİMİZASYONU

Hilal KURT, A. Vildan BEŞE and Serdar ARAL

*Page 765-771*

ABDOMİNAL CERRAHİDE KULLANILMAK ÜZERE MEMBRANLARIN  
HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZE EDİLMESİ

Meryem Akkurt, Nelisa Türkoğlu

*Page 772-773*

POSSIBLE PROTECTİVE ROLE OF MARESİN 1 AS AN ANTİOXİDANT AGAİNST  
DİSTANT ORGAN DAMAGE CREATED USİNG THE OVARIAN TORSİON AND  
DETORSİON METHOD

Fazile Nur EKİNCİ AKDEMİR, Ayhan TANYELİ

*Page 774*

AKUT SOLUNUM YOLU ENFEKSİYONLU HASTALARDA SOLUNUM YOLU  
VİRUSLARININ LABORATUVAR EPİDEMİYOLOJİSİ, 2017-2018, ERZURUM

Erkan Özmen, Özgür Çelebi, Demet Çelebi

*Page 775-776*

GASTROENTERİTLER VE MANTAR FLORASI DEĞİŞİMİ

DEMET ÇELEBİ, ÖZGÜR ÇELEBİ, ERKAN ÖZMEN

*Page 777-778*

THE ANTİMİCROBİAL ACTİVİTY OF HİPPOPHAE RHAMNOİDES

(YALANCI İĞDE)

Dr. Lecturer DEMET ÇELEBİ

*Page 779-780*

ERZURUM BÖLGESİNDE FARKLI YAŞ GRUPLARINDA HEPATİT A  
SEROPREVALANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Erkan ÖZMEN

*Page 781-786*

ERZURUM BÖLGESİNDE FARKLI YAŞ GRUPLARINDA HEPATİT A  
SEROPREVALANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Erkan ÖZMEN

*Page 787-788*

YAYGIN KAS- İSKELET SİSTEMİ AĞRISI OLAN HASTALARIN  
D VİTAMİNİ DÜZEYLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Fatih BAYGUTALP, Dr. Öğr. Üyesi Ayhan KUL,  
Araş.Gör. Dr. Köksal SARIHAN

*Page 789-797*

Cu<sup>2+</sup> KATKILANDIRILMIŞ [Ni(sac)<sub>2</sub>(enc)<sub>2</sub>].(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> KRİSTALİNİN EPR  
SPEKTORSKOPİSİ ile İNCELENMESİ

M. FİDAN, M. KOCAKOÇ ve R.TAPRAMAZ

*Page 798-803*

POSSİBLE PROTECTİVE ROLE OF MARESİN 1 AS AN ANTİOXİDANT AGAİNST  
DİSTANT ORGAN DAMAGE CREATED USİNG THE OVARIAN TORSİON AND  
DETORSİON METHOD

Fazile Nur EKİNCİ AKDEMİR, Ayhan TANYELİ

*Page 804*

FREQUENCY AND CAUSE OF TULAREMİA İN OUR REGION

Dr. Lecturer ÖZGÜR ÇELEBİ

*Page 805*

*Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum* BİTKİSİNİN FARKLI POLARİTEYE SAHİP  
ÇÖZÜCÜLER KULLANILARAK ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN VE FENOLİK  
İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

Zeynep Akar, Damla Akıllı , Fatih Serbes

*Page 806-807*

KOP BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN TARLA BİTKİLERİNİN SU İHTİYAÇLARI VE  
KISINTILI SULAMAYA GÖSTERDİKLERİ TEPKİLER

Dr.Erdal GÖNÜLAL, Prof.Dr. Süleyman SOYLU, Dr.Öğr.Üyesi Mehmet ŞAHİN

*Page 808-816*

FUNGAL FERMANTASYON İLE SOYA FASULYESİ KÜSPESİNE  
FONKSİYONEL ÖZELLİKLER KAZANDIRMA

Prof. Dr. Sulhattin YAŞAR ve Arş. Gör. Ramazan TOSUN

*Page 817-825*

SANCAK (BİNGÖL-MERKEZ) VE ÇEVRESİ FLORASINDA ARICILIK  
AÇISINDAN ÖNEMLİ BİTKİLER

<sup>1</sup>Ömer KILIÇ & <sup>2</sup>Şinasi YILDIRIMLI

*Page 826-830*

*TRICHODERMA REESEI SIMMONS, ANAMORPH(ATCC® 26921) İLE  
FERMENTE EDİLMİŞ AYÇİÇEĞİ KÜSPESİNİN FONKSİYONEL YEM OLARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ*

Prof. Dr.Sulhattin YAŞAR ve Ar. Gör. Ramazan TOSUN

*Page 831-838*

TÜKETİCİLERİN İÇME SÜTÜ SATIN ALMA MODELLERİ ETKİLEYEN HEDONİK  
KALİTE NİTELİKLERİ: TRA1 BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Yavuz TOPCU

*Page 836-848*

TÜKETİCİLERİN BÖLGE ORJİNLI ORGANİK İÇME SÜTÜ TERCİH PROFİLLERİ VE  
PİYASA PAYLARI: TRA1 BÖLGESİ ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Yavuz TOPCU

*Page 849-859*

AHLAT (*Pyrus elaeagnifolia* L.) MEYVESİNDEN ELDE EDİLEN PEKTİNİN  
KARAKTERİZASYONU

Dr.Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR, Büşra TÜYSÜZ, Doç.Dr. Enes DERTLİ , Doç.Dr. Engin  
ŞAHİN

*Page 860-870*

BAKTERİYOFAJLARIN BİYOKORUYUCU OLARAK GIDA SANAYİNDE  
KULLANIM OLANAKLARI

Melike VURMAZ, Doç. Dr. EnginŞAHİN, Doç. Dr. Enes DERTLİ

*Page 871-874*

FONKSİYONEL GIDA KAVRAMI VE POST-BİYOTİKLER

Büşranur ÇANAKÇI, Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR, Doç. Dr. Engin ŞAHİN, Doç. Dr. Enes  
DERTLİ

*Page 875-879*

FARKLI BİR KAYNAK OLARAK KUŞBURNU MEYVESİNDEN PEKTİNİN  
KARAKTERİZASYONU

Büşranur ÇANAKÇI, Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR, Doç. Dr. Engin ŞAHİN, Doç. Dr. Enes  
DERTLİ

*Page 880-886*

FRUKTOFİLİK LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN GIDA TEKNOLOJİLERİ  
AÇISINDAN ÖNEMİ

Yasemin KAYA, Doç. Dr. Engin ŞAHİN, Doç. Dr. Enes DERTLİ

*Page 887-896*

LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ ve BAĞIŞIKLIK ÜZERİNE POTANSİYEL ETKİLERİ

Melike VURMAZ, Engin ŞAHİN, Enes DERTLİ

*Page 897-901*

ET ÜRÜNLERİNDE KORUYUCU AJAN OLARAK PROPOLİS

Ayşenur Tarhan, Arş. Gör. Tuğba Elbir, Dr. Öğ. Üyesi Aybike KAMILOĞLU,

Habibe Memiş

*Page 902-910*

ÖNEMLİ BİR PREBİYOTİK OLARAK İNÜLİN

Yasemin Kaya, Dr. Engin Şahin, Dr. Enes Dertli

*Page 911-917*

YABANİ MEYVELERİN ANTİOKSİDAN POTANSİYELİ

Elif Pınar İLHAN, Dr. Öğ. Üyesi Özlem ÇAKIR, Doç. Dr. Enes DERTLİ, Doç. Dr. Engin  
ŞAHİN

*Page 918-927*

YAĞI AZALTILMIŞ TAVUK KÖFTELERİNDE KUŞBURNU ( *ROSA CANINA L.*)  
KULLANIMININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ  
Habibe MEMİŞ, Ayşenur Tarhan,

Dr. Öğr. Üyesi Aybike KAMILOĞLU, Arş. Gör. Tuğba Elbir

*Page 928-937*

INVESTIGATION OF RADIATION SHIELDING FEATURES OF W-BASED HEAVY  
ALLOYS

Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM

*Page 938-947*

DETERMINATION OF EFFECTIVE CONDUCTIVITIES, EFFECTIVE ATOMIC AND  
ELECTRON NUMBERS OF NEXTEL CERAMICS

Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR,

Prof. Dr. İbrahim HAN

*Page 948-957*

HAVA KALİTESİ TAHMİNİNDE DERİN ÖĞRENME UYGULAMALARI HAKKINDA  
BİR İNCELEME

Şeyma YÜCEL ALTAY, Ferhat BOZKURT, Mete YAĞANOĞLU

*Page 958*

YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEORİSİ (TRIZ) İLE DRONE KULLANIMINDA YAKIT  
VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMAYA YÖNELİK YENİ BİR TASARIM

Erman ALBAYRAK, Doç. Dr. Hatice VURAL

*Page 959-966*

DERİN ÖĞRENME TEKNİKLERİ KULLANILARAK  
ALZHEIMER HASTALIĞI TEŞHİSİ

Zeynep CANTEMİR, Doç. Dr. Hacer KARACAN

*Page 967-968*

SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE ÇUKURCUK KOROZYONUNUN KALÇA  
PROTEZİNİN GERİLME DAĞILIMINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Dr. Özgü BAYRAK

*Page 969*



SAĞLIK HİZMETLERİNDE NESNELERİN İNTERNETİNİN KULLANIMI VE  
UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Şeyma YÜCEL ALTAY, Ferhat BOZKURT, Faruk Baturalp GÜNAY

*Page 970-971*

GÜNEŞ RADYASYONU DİKKATE ALINARAK OPTİMUM YALITIM KALINLIĞI  
BELİRLEMENİN İRDELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KURNUÇ SEYHAN, Merve KÖSE

*Page 972-981*

EFFECT OF ADDING POLYAMIDE FIBER ON THE PROPERTIES OF POLYMER  
COMPOSITES

Lecturer Hasan POLAT, Assist. Prof. Meral OLTULU, İbrahim ALAMERİ

*Page 982-987*

ELEKTRİK PİYASASI KANUNUNDA DEĞİŞİKLİK: GÜNEŞ ENERJİLİ ÇATILAR

Dr. Öğr. Üyesi Aysun ALTİKAT

*Page 988-989*

TÜRKİYE'DE KARBONDİOKSİT GAZI ÜRETİMİ VE TİCARİ KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜLLÜCE

*Page 990-991*

YAŞANABİLİR BİR GELECEK İÇİN KARBON YAKALAMA TEKNOLOJİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜLLÜCE

*Page 992-993*

PRESDEKİ KIRILMA YÖNÜNÜN BETON BASINÇ DAYANIMINDA ETKİSİ ÜZERİNE  
BİR ARAŞTIRMA

Dr. Öğr. Üyesi Ömer CAN

*Page 994-1001*

AĞIR BETONLARIN BASINÇ DAYANIMININ BELİRLENMESİNDE TAHRİBATSIZ  
TEST YÖNTEMLERİNİN ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ

Doç.Dr. Mustafa ÇULLU, Dr. Öğr. Üyesi Ömer CAN

*Page 1002-1010*

SIFIR ATIK UYGULAMA AŞAMALARI: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ KAMPÜS ÖRNEĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Aysun ALTIKAT

*Page 1011-1012*

THE EFFECT OF HIGH TEMPERATURES ON THE PROPERTIES OF HARDENED  
CONCRETE WITH BAUXITE RESIDUE MATERIALS

Ibrahim ALAMERI, Meral OLTULU

*Page 1013*

WA-XRD ANALYZES OF DIFFERENT TYPES OF COMPOSITE FILLING MATERIALS

Assist. Prof. Dr. Tülay RSOY

*Page 1014*

BIOSYNTHESIS OF COPPER SELENIDE NANOPARTICLES (CuSe-NpS) VIA  
BACTERIA AND THEIR USE IN THIN FILM FORMATION

Dr. Öğr. Üyesi Tuba ÇAKICI, Öğr. Gör. Murat ÖZDAL, Prof. Dr. Mutlu KUNDAKCI

*Page 1015-1021*

FABRICATION OF MICROBIAL SYNTHESIZED ZNSE-NPS AS THIN FILMS AND  
ZnSe/p-Si DEVICE APPLICATION

Dr. Öğr. Üyesi Tuba ÇAKICI, Öğr. Gör. Murat ÖZDAL, Prof. Dr. Mutlu KUNDAKCI

*Page 1022-1029*

ARILARIN BİTKİLERİ ZİARETİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER VE DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜNDEKİ ÖNEMLERİ

Nagihan Gülay DEMİRKOL, Ömer KILIÇ

*Page 1030-1036*

H<sub>2</sub>S GAS SENSING PROPERTIES OF THE V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> SENSORS WITH NANOPATE  
STRUCTURE DEPOSITED BY HYDROTHERMAL METHOD

M. Ali Yıldırım, Sümeyra Tuna Yıldırım, Mert Karademir,

Ali Orkun Çağırtekin, Aytunç Ateş, Selim Acar

*Page 1037*

THE EFFECT OF DEPOSITION TIME ON OPTICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES  
OF V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> NANOSTRUCTURES DEPOSITED BY HYDROTHERMAL METHOD

Sümeýra Tuna Yıldırım, M. Ali Yıldırım,  
Mert Karademir, Ali Orkun Çağırtekin, Aytunç Ateş, Selim Acar

*Page 1038*

ПИТАНИЕ ЯКУТОВ В ЭПОХУ ГЛОБАЛИЗАЦИИ  
Дохунаева А.М., Борисова И.З., Бианки И., Петрова М.Н., Лебедева У.М.,  
Винокурова А.А., Борисова А.А., Винокурова Д.М

*Page 039*

СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ БОЛЬНИЦ  
ДР. РАЙСА БАБАДИШИШВИЛИ

*Page 040*

ELECTRONIC HEALTH RECORDS OF KAZAKHSTAN

Bakygul Tursunbayeva

*Page 041*

DETERMINATION OF PHOTON INTERACTION PARAMETERS OF Dy<sup>3+</sup> DOPED  
DIAMAGNETIC GLASSES

Erdem ŞAKAR

*Page 1042*

CALCULATION OF STOPPING POWER AND RANGE OF HEAVY IONS RADIATION  
OF W-BASED HEAVY ALLOYS

Erdem ŞAKAR, Bünyamin ALIM

*Page 1050*

ÜLKEMİZDE TARIM İLAÇLARI KULLANIMI VE SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜ İÇİN  
SORUNLAR

Harun ARSLAN

*Page 1058*

THE THERAPEUTIC EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF ALLIIN AGAINST  
OXIDATIVE DAMAGE OF LUNG TISSUE INDUCED BY RENAL ISCHEMIA  
REPERFUSION MODEL

Mustafa Can GÜLER, Ersen ERASLAN

*Page 1066*

## CEMENTING AND STRENGTHENING OF STONE BLOCKS BY MICROFIBER, CO POLYMER AND FLY ASH FOR SLOPE STABILITY IN COAL MINING SITE

Dr. Yıldırım İsmail TOSUN  
Engineering Faculty, Şırnak University

### ABSTRACT

In this research, the slope stability over 60-70 m height at angle over 60° will be investigated in order to provide an overview of cementing work and strengthening by cementing different composite mixtures including micro fibers and co polymer PP in Şırnak coal mining pit. cemented composite soil strengths were investigated by adding polymer in various proportions by weight. 0.2-0.8% Poly acryl amide and polypropylene PP micro acrylic fiber were mixed with a cement slurry of 150 gr/l, 42M class HSR cement at a rate of 560 rpm for 5 min with 1000 g of de ionized water in a blender, resulting in a water-cement a cement slurry with a density of 1.97 g/cm<sup>3</sup> 3g/t per l and composite polymer blocks were obtained. Geotechnical properties of composite block materials were determined. The strengths of the stone blocks were dispersed to 17.2 -18.4 MPa in (tensile) bending strength 37MPa in compression strength. The modulus impact shatter resistance values of the block aggregates were also critical. Thus, with the ideal packing, the strength of the mixed blocks produced from these block aggregates and slag mixtures can also reach 19.2 MPa in bending strength in 39 MPa in compression strength.

**Keywords: Cementing, Strengthening, Stone Blocks, Microfiber, Co polymer, Fly ash, Slope Stability, Coal Mining**

### I INTRODUCTION

he material damage they cause each year, which causes very heavy loss of life, is one of the most important geotechnical hazards in Turkey as well as landslides that find millions of liras in the world [3]. The major landslides that have developed in the country in recent years are investigated by researchers [4] with different methods and their geotechnical characteristics and formation processes are determined. For areas with similar geotechnical conditions, researchers have two basic theories [5]. Someone, landslides, occur in the same geological, geomorphological, hydrogeological, climatic conditions as in the past. In the other, types and features of landslides will be the same. Hence, knowing the mechanism and properties of past landslides constitutes an important basis for future evaluation of landslides that may develop in neighboring regions or geotechnically similar areas. Especially in developing countries, land in mountainous areas is not used in accordance with topology and improper land use increases the likelihood of landslide development. For this reason, there is no sustainability in terms of the physical environment, change and productivity of the area concerned.

Geological and geotechnical analyzes of the slopes are needed to ensure that the economic and social losses that the landslides cause or could be reduced to the minimum. Within this area, the geotechnical characteristics of the slopes where the landslides formed in the districts which are 2-4 km distance to the south of the city and within the area of Şırnak province (Figure 1) were examined and the stability analyzes were carried out by GEO5 program in different methods. Within the context of this project, a 7 km<sup>2</sup> inland area of 1 / 5.000 scale engineering geological map covering the study area and its surroundings, which was to be opened for urban use, was prepared as a result of field and laboratory studies and

a topographic map of each of the four slopes was created by field studies using polar coordinate system.

## 2 METHODS- GEOTECHNİ CAL STUDY

The area chosen as tailing pond and concluded that 14 and 23.1% of the province are close to ground water sources with regard to landfills hazard, respectively. In conclusion, we can say that this basin suffers from a relatively high potential of instability to make us largely hesitate to develop the basin for urban use.

The stability of bottom layer has been made in terms of geotechnical points at the potential and active dumping areas for Şırnak Municipal landfill. By making engineering geology map in 1/10.000 scale of an area of 0,2 km<sup>2</sup> at the research area of waste fill dumping and surroundings even copper concentration in Siirt, the mechanical characteristics of the outcropped soil and sub soil units have been defined. By the topographical maps of 1/5000 scale of the dumping slopes, the landfill areas of coal mine tailings pond in Şırnak were investigated. Bottom layer units on the local small scale sections have been made.

### 2. Coal Site Geotechnical properties

American Standard (ASTM 3080) experiments were carried out in the fill area. The specimens were tested to determine the geotechnical properties based on the representative masses in the study area, where the soundings of content are given in Table 1. S2, S3 and S4 fields of investigation were made in 2013. The micro pictures of used bottom ash-slag and volcanic cinder and pumice are seen from Figure 3 and grain size distributions of the material used as bottom layer in the landfill are shown in Figure 3 and 4. Figure 2. The macro and micro images of Boiler slag, volcanic slag, Tatvan Pumice. Geobottom layers by fly ash showed sufficient impermeable geolayer and it was over 10 mg/l, impermeable zone leaks controlled by local pool. The geolayer parameters were determined as geo contents as given in Table 1.

**Table 1. The chemical composition values soil stabilization materials of Sirnak province boiler bottom slag, volcanic slag and Tatvan pumice**

Component%	Şırnak boiler bottom ash-slag	Volcanic slag	Tatvan pumice	Şırnak Fly Ash
SiO <sub>2</sub>	43,48	50,50	60,13	41,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,10	14,61	17,22	18,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,52	24,30	4,59	4,52
CaO	8,48	2,30	2,48	18,48
MgO	3,80	1,28	2,17	4,20
K <sub>2</sub> O	2,51	2,51	3,51	2,71
Na <sub>2</sub> O	1,35	1,35	4,35	1,95
Ign.Loss.	10,9	0,21	4,12	1,9
SO <sub>3</sub>	0,32	0,12	0,52	0,22

### I. Geo5 Slope Stability

As well as natural ground is compressed according to the compression parameters slightly excavated again. In this case the stability of compacted soil parameters used in the analysis. Four separate samples taken from different points of the slope, cutting box test was carried out to determine the shear strength parameters. After the experiments were made c 'and

$\phi$  ' values 6 were found. Stability as the slope shown in Figure 5 and rock layers and cracks shown in Figure 6 may also be evaluated in the program GEO5 programs. Partially after a designated envelope with water saturated soils breaking strength test conducted in  $n$  drained conditions point the floor act as both cohesive and internal friction. Total stress analysis method, manner and will cover this criterion is to examine the stability of the rock mass is divided into a certain number of vertical slices. Bishop method is taken as the beginning of accepted slope limit equilibrium equations as if the balance is removed. Bishop serves with total stress instead of effective stress analysis. This method is further brought to the methods of Taylor and Fellenius (Görög and Török, 2006 Görög and Török, 2007, Anonymous, 2013, Anonymous, b 2009). Janbu Method can be used whether or not circular sliding surface for all types (Vaneckov et al., 2011, Prusa, 2009). Slope stability analysis of homogeneous splitters and circular shift occurring in filling slices for stability analysis of shifts in the non-circular more general types of interslice

Figure

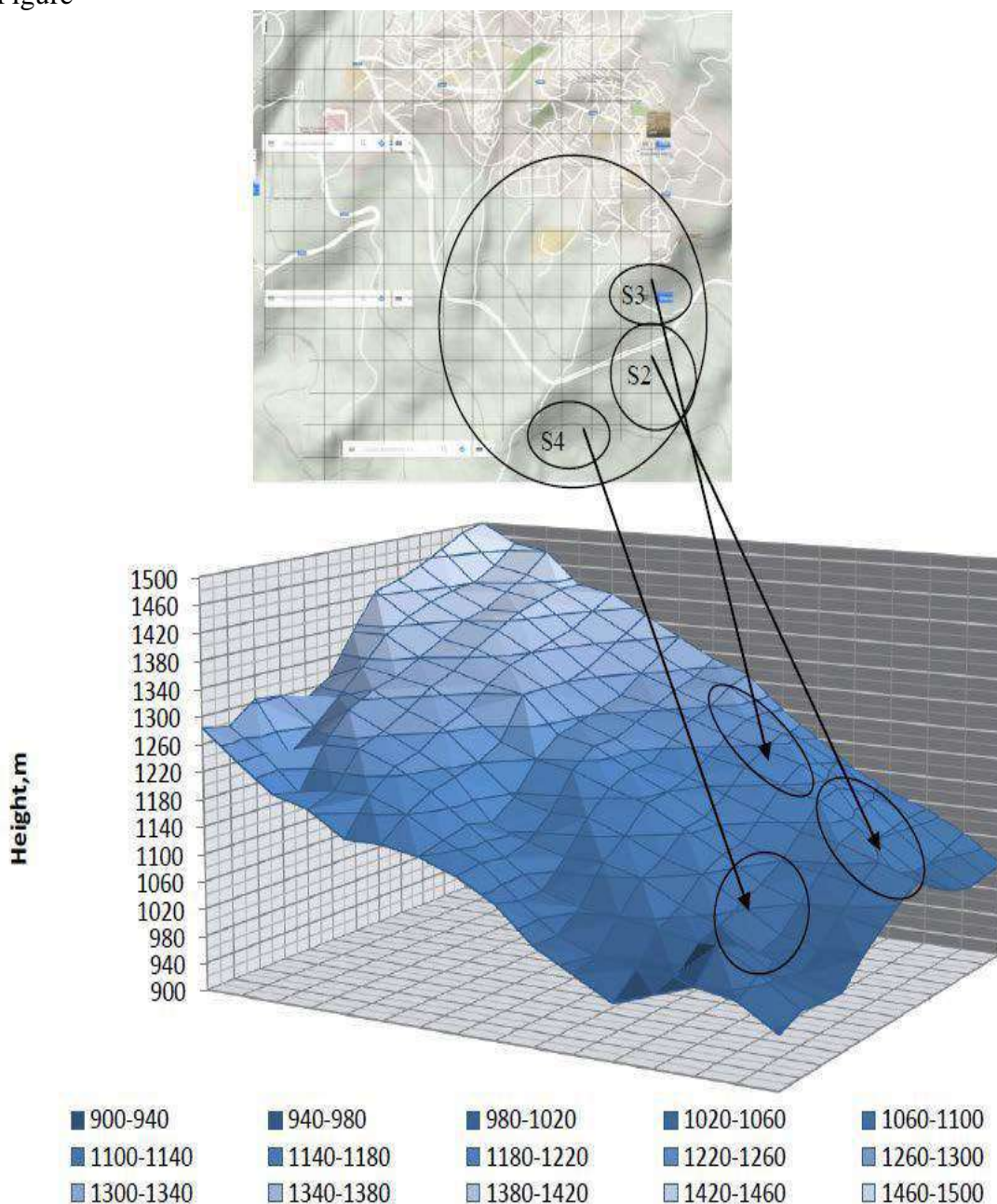


Figure 3. A scale of 1/15,000 engineering map of the field and topographic image.

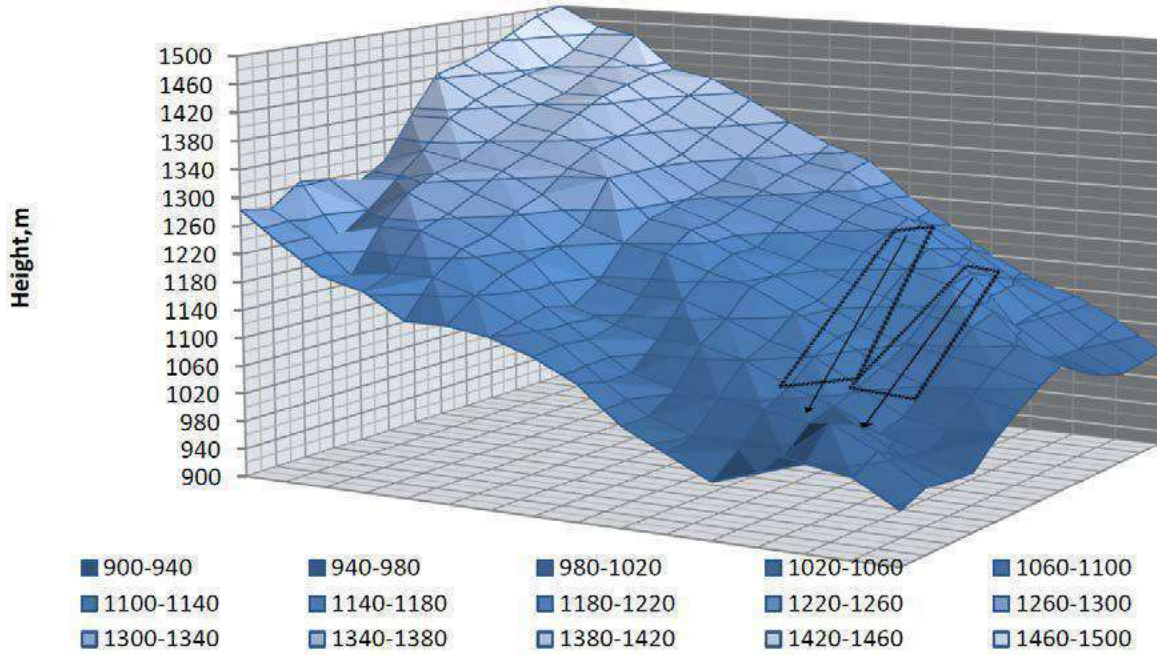


Figure 6. Drainage and stability of S2, S3 and S4 Investigation Field Possible landfill cross sections

Soil compaction of the mining wastes was also decreased the permeability of bottom layers in the mining field.

#### 4. Conclusions

Şırnak was investigated by urban areas close to border regions participating in the colliery waste heaps of soil samples taken from four different slopes of slope stability and geotechnical properties of the unit field studies and laboratory experiments. Of the slope stability calculations with risk maps and risk section of program GEO5 programs are discussed.

The weathering of rocks in the study area is weakening quickly change the height and tilt angle of the slopes to erosion and slope. Dissociation seen in rocks in the study area also offers a negative contribution to stability problems. The compression strength could be easily tested by indentation on the landfill as shown in Figure 8. The durability of the landfill bottom layer was tested easily on the chart of fly ash and lag mixture content as given in the Table 4.

#### REFERENCES

- Altınlı, E. İ ., 1978 "Uluslararası Stratigrafi Kılavuzu" TPAO Yerbilimleri Yayınları, Ankara, Nuray Matbaası,.
- Anbalagan, R., 1992, Landslide hazard evaluation and zonation mapping in mountainous terrain" Engineering Geology, 32:269–277,
- Anonim, d 2011, Şırnak İ l Özel İ dare Raporları
- Anonymous, 2010, Şırnak İ l Özel İ dare Raporu.
- Anonymous, a 2013, GEO5 - Engineering Manuals - Part 1, - Part 2.  
<http://www.finesoftware.eu/geotechnical-software/>
- Anonymous, b 2009, GEO5 - FEM - Theoretical Guide  
<http://www.finesoftware.eu/geotechnical-software/>

Surname, Jordan, Stefanovski, Popovska / DECGE 2018

Anonymous, c 2011, "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası", Afet ve Acil durum Yönetimi Başkanlığı ı Deprem Dairesi Başkanlığı ı, Ankara

ASTM, 1990 "Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Condition", D3080-90,

Bishop, A.W., 1955, The use of the slip circle in the stability analysis of earth slopes, Geotechnique, Vol. 5, 7-17.

Dickinson, M., Cooper, R., McDermott, P. and Eaton, D. (2005). An analysis of construction innovation literature. *Fifth International Postgraduate Research Conference*, April 14-15, Vol. 2, pp. 589-594, Salford, UK.

Dramis, F., Sorriso-Valvo, M., 1994 "Deep-Seated gravitational slope deformations, related landslides and tectonics", *Engineering Geology* 38, 231- 243,

Erguvanlı, K, ve Erdoğan, Y., "Yeraltı Suları Jeolojisi", İ TÜ yayınları No: 23, Maçka İ stanbul, Nisan 1987

Görög P & Török Á, 2006, Stability problems of abandoned clay pits in Budapest, IAEG2006 Paper number 295 , The Geological Society of London

Görög P & Török Á, 2007 Slope stability assessment of weathered clay by using field data and computer modelling: a case study from Budapest ,*Natural Hazards and Earth System Sciences*, 7, 417–422, [www.nat-hazards-earth-syst-sci.net](http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net)

Güz, H , 1987, "Geoteknikte Gelişmeler", DSİ Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi ve Dayanma Yapıları Semineri, Samsun



## MICROWAVE CARBONATION OF THERMAL POWER PLANT FLUE GAS/CO<sub>2</sub> FOR SOIL REMEDIATION AND STABILIZATION

**Dr. Yıldırım İsmail TOSUN**  
Engineering Faculty, Şırnak University

### ABSTRACT

In this research, the slope stability over 30-40 m height at angle over 20° will be investigated in order to provide an overview of stabilization of foundation grounds by filling different composite mixtures including carbonated wastes and filler fines in Şırnak Province. In recent technologies microwave furnaces could be commonly used in different processing methods. In this study, the effect of microwave energy managed the carbonation by salt slurries with flue gas contents in the reactor. By the slurry character of salts in the furnace during that process, the flue gas of Şırnak thermal power plant, salt type and flue content was investigated for carbonation with weight and slurry performances. In this study, the toxic emitted contents were also determined in salt slurry, regarding the amounts and type of salt contents as sorbent agents. As a result, a significant positive effect of microwave energy on the carbonation products was determined at lower gas flow rate and steam rates. Finally, 23% CO<sub>2</sub> carbonation could be provided. The oil content in flue gas decreased carbonation fractions. The salt slurry content was primarily settled and humate was recovered as solid with a 38.7% recovery rate in microwave carbonation in slurry salt with 20% solid/water rate. The strengths of the ground blocks were dispersed to 0.8 -1.2 MPa in shear strength and 3,7MPa in compression strength. Thus, with the ideal packing, the strength of the mixed cemented blocks produced from these fine fillers and waste mixtures can also reach 11.2 MPa in compression strength in 3,9 MPa in shear strength.

**Keywords: Carbonation, Microwave carbonating, Filler, Filler Blocks, Fly ash, Slope Stability, Şırnak Province, Ground Stabilization**

### INTRODUCTION

Combustible waste amount could also be evaluated in energy need. Processing technologies using animal manure and combustible municipal waste should be under contribution to the fuel side for energy production in European countries (Figure 3) [15] (EEA, 2016). 49% of the total municipal waste in Sweden converted to energy in 2014 and this rate was 39%, 7%, and 22% for Netherland, USA and for the EU27, respectively.

Relying on advanced technological developments in energy production, the low quality municipal wastes needed the most economical technologies and even in order to make it possible to produce waste-derived fuel products as diverted source in USA (U.S. Environmental Protection Agency 2015) [16]. Combustible municipal waste rate was reached 27,0% as paper and cardboards, additionally dried food waste was 14,6% and the yard waste was 13,5% after suitable segregation of the total collected waste in USA in 2015.

On the nature washing and processing characteristics of the lignite [17,18] as considered environment are distinctly separated in utilization and classification. In the view producing high value cleaned products, pyrolysis and gasification of lignite are managed for this purpose.

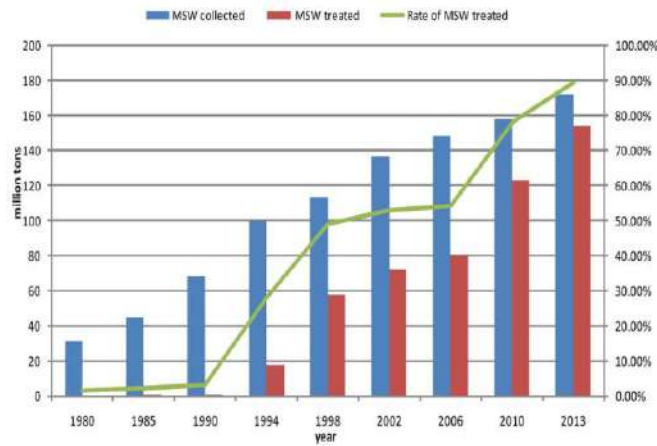


Figure 2. Municipal solid waste (MSW) management in China from 1980 to 2013 [14]

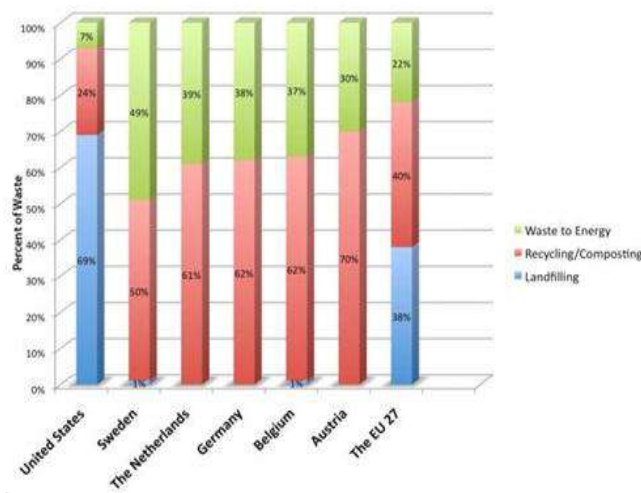


Figure 3. Waste to Energy Production and Distribution of countries according to the European Waste [15]

## 2. Adsorption in Column Unit of Toxic Emissions CO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub> and SO<sub>x</sub>

Compliance with environmental norms of coal pyrolysis or gasification of various types of coals, feasible combustion systems and energy production facilities are needed in today's modern technology, also enable the production of liquid and gaseous coal fuels [19]. However, agricultural waste materials and chemical nature of them requires a variety of adaptation methods. For this purpose, alternative renewable energy resources needs to process them to provide the basic information required in laboratory and pilot scale. The methods using feasible process in gasification and methanation may produce clean

derivative gas fuels in the local area. So significant design works need to obtain the derivatives from the wastes and available renewable resources. Adsorption parameters are defined by the equations below;

According to the **Clapeyron** Equation there is a direct proportionality between the concentration C adsorbate gas mixture and partial pressure

$$x = \frac{-P}{RTL \ln K} \quad (1)$$

For sorbents have micro porous mesoporus structure **Dubin** Equation

$$(w_{Ads})^n = \frac{v_{pore}}{V} e^{\left[-B \frac{T^2}{\beta^2} \left(\log \frac{P}{P_0}\right)^2\right]} \quad 2$$

$$\log p_2 x = \log p_2 - B \frac{T^2}{\beta^2} \log \frac{p_2}{P} \quad 3$$

### **Hollow fiber membranes for gas separation**

The SEPURAN<sup>®</sup> product family includes various membrane systems for gas separation for different applications. Each product is tailored exactly to the specific application. SEPURAN<sup>®</sup> Green, for example, is ideally suited for biogas cleaning because of its high CO<sub>2</sub> / CH<sub>4</sub> selectivity. SEPURAN<sup>®</sup> N<sub>2</sub>, on the other hand, was developed especially to recover N<sub>2</sub>. Mass adsorption were calculated as Langmuir Model given below:

### **Langmuir model**

To evaluate the mass transfer process, two simple models, i.e., the exponential and Langmuir model have been repeatedly used by researchers (Manohar and Kadimi, 2012; Murthy and Manohar, 2014). The Langmuir model is one of the well-known models used to explain the extraction kinetics. Though the adsorption model is usually employed for studying the extraction process of oil seed materials, it can also be used for the extraction process of a leafy matrix. The material is soaked in fluid (supercritical CO<sub>2</sub> + EtOH) in an extraction vessel and after some time solute diffuses from the internal matrix and gets adsorbed on the surface, which further travels to the separator vessel in the solvent. The Langmuir extraction model is presented in the following form,

$$Y = Y_f \cdot t / (K_L + t) \quad (4)$$

where Y is % extraction yield (w/w), Y<sub>f</sub> and K<sub>L</sub> are constants (Y<sub>f</sub> is the yield at infinite time).

The temperature dependence of the adsorption coefficient is governed by an Arrhenius equation as follows (Al-Jabari, 2003),

$$K_L = K_{0L} \exp(-ERT) \quad (5)$$

where  $E$  is the activation energy (kJ/mol),  $K_{0L}$  is the pre-exponential coefficient, and  $R$  is the universal gas constant.

### Principle of selective permeation for gas separation

Gas separation membranes work according to the principle of selective permeation through the membrane surface. The permeation rate of each gas depends on its solubility in the membrane material and on the diffusion rate of the gas.

Gases with high solubility and small molecules pass through the membrane very quickly. Less soluble gases with larger molecules take more time to permeate the membrane. In addition, different membrane materials separate differently. The driving force needed to separate gases is achieved by means of a partial pressure gradient.

### Principle of selective permeation

Gas separation membranes work according to the principle of selective permeation through the membrane surface. The permeation rate of each gas depends on its solubility in the membrane material and on the diffusion rate of the gas. Figure 4

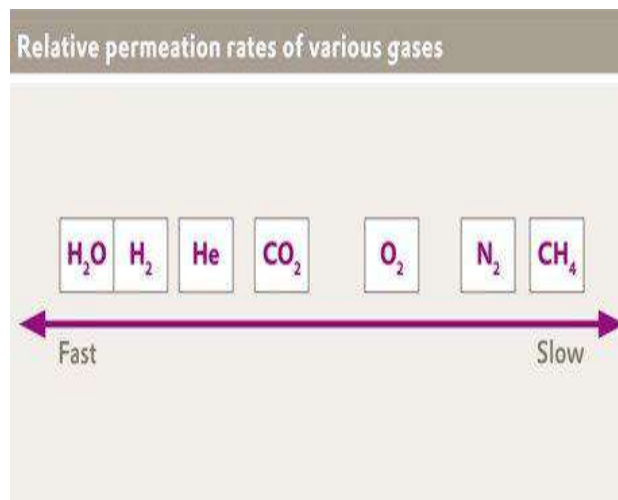


Figure 4. Gas separation using biogas upgrading as an example: different gases permeate through the membrane at different speeds.

Gases with high solubility and small molecules pass through the membrane very quickly. Less soluble gases with larger molecules take more time to permeate the membrane. In addition, different membrane materials separate differently. The driving force needed to separate gases is achieved by means of a partial pressure gradient. Figure 5

### Partial pressure gradient

The driving force for a gas to permeate through a membrane is the partial pressure difference; in other words, the partial gradient between the inside of the hollow fiber (retentate side) and the outside of the hollow fiber (permeate side). The greater the difference, the more gas permeates through the membrane. For example, if carbon dioxide and methane are being separated, as is the case with biogas upgrading, carbon dioxide

permeates through the membrane very quickly while the methane tends to be held back. The separation capability through the membrane is unaffected by process conditions – even with partial pressures of up to 20 bar, which is the case in biogas upgrading.

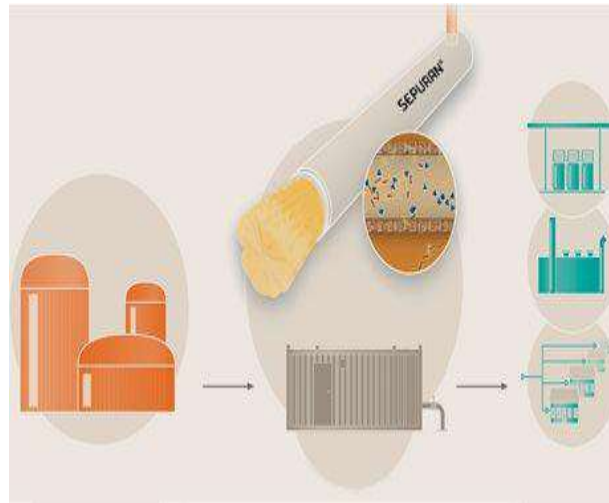


Figure 5. Schematic representation of biogas upgrading with membrane technology

### 3. MATERIALS AND METHODS

The experimental data obtained by for the adsorption of Sulphur oxides onto bio char in fixed bed columns were used to evaluate the accuracy of the model developed in this work. The characteristic parameters of the column are listed in Table 1. The equilibrium parameters for Sulfur adsorption onto char are given and were kept constant in the simulations ( $a = 0.5 \text{ L mg}^{-1}$  and  $q_m = 10. \text{ mg g}^{-1}$ ).

Table 1 The Parameters of the fixed bed column used.

Bed porosity (-)	Bed density ( $\text{g L}^{-1}$ )	Diameter of column (cm)	Average diameter of particles ( $\mu\text{m}$ )
<b>0.57</b>	850	5	600

The biochar produced from different carbonization temperatures at 700-900 C were tested in three column series for adsorption  $\text{CO}_2$  as seen in Figure 2. Test results were determined as weight in TGA.

### 4. RESULTS AND DISCUSSIONS

#### Active Char Production from Municipal Waste

Municipal Solid Waste (MSW) has been recognized by several states as a renewable source of energy. Worldwide, about 130 million tons of MSW are combusted annually in waste-to-energy facilities that produce electricity and steam for district heating and also recover

metals for recycling. A large amount of paper is recycled in China, that generates a significant amount of sludge and residue during the paper production process. Energy recovery by means of combustion in Waste-to-Energy (WTE) plants can be a possible candidate for sludge elimination. Currently, two incineration methods, distinguished as either direct incineration of partially dewatered sludge (generally 80% water content) or dried sludge incineration (dried to about 40% water content), are available. Research on comparison of fixed cost, operating cost and pollutant emissions between the two systems is presented. Fixed cost and steam consumption increase for the dried sludge incineration system though this method possesses many advantages, these include the decrease in consumption of auxiliary coal, service power and flue gas purificants.

### ***Adsorption of CO<sub>2</sub> at Combustion***

The necessity of limitation of carbon dioxide emissions, which also concerns the energy sector, causes that more and more effective and efficient methods of CO<sub>2</sub> capture from the flue gas are being tested. Among these technologies are adsorption ones, which have been used for a gas separation for many years. The characteristic features of adsorption separation are: long life of the sorbents used, low energy expenditure, and minim effect on the environment; however, their application requires adequate initial preparation of the flue gas fed into the system of CO<sub>2</sub> separation so that the flue gas temperature is as low as possible, and there is no water content in it. The study presents the concept and numerical calculations of the system for preparation of the flue gas feeding the CO<sub>2</sub> adsorption (vacuum pressure swing adsorption (VPSA)) separation unit, using the absorption chiller (AC). In the presented concept, the AC is driven by the flue gas which is used as both: upper and lower heat source for AC; however, due to the amount of energy being carried out with the flue gas, which is larger than required by the AC, the additional heat exchangers must be implemented.

Hydrodynamic parameters were investigated and simulation results of the output column concentrations (step curve  $F(t/\tau)$ , where  $\tau$  is the mean residence time of fluid in the column) are shown in Figure 8. According to the shape of the curves in column adsorption shown in Figure 9, the response of the stage wiseback mixing model changes from a mixed flow condition managed at low pressure.

The biochar column temperature produced from different combustion flue gas exit level or long duration of cooling of exhaust system. The temperatures at 50-200 °C were tested in three column series for adsorption CO<sub>2</sub> as seen in Figure 9. Test results were determined as weight in TGA.

The biochar column humidity produced from different combustion fuel and combustion temperature exit or fuel moisture content in the exhaust system. The steam amount in flue gas at exhaust chamber varied at 5-20% was tested in three column series for adsorption CO<sub>2</sub> as seen in Figure 10. Test results were determined as weight in TGA.

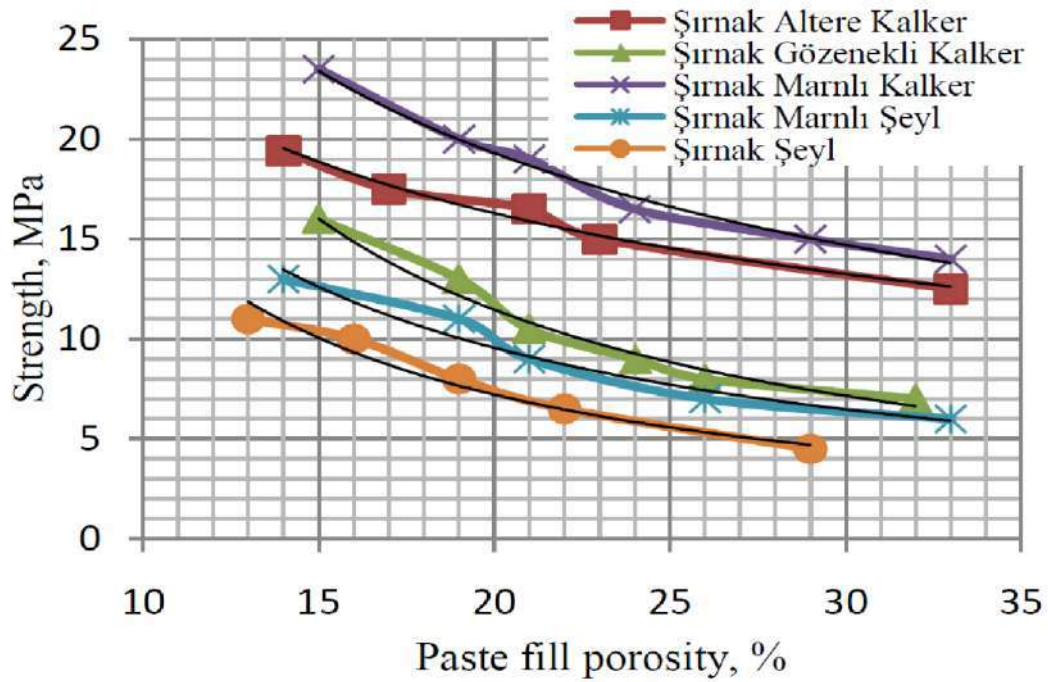


Figure 7. The effect Adsorption pressure effect on sorbent weight change as %

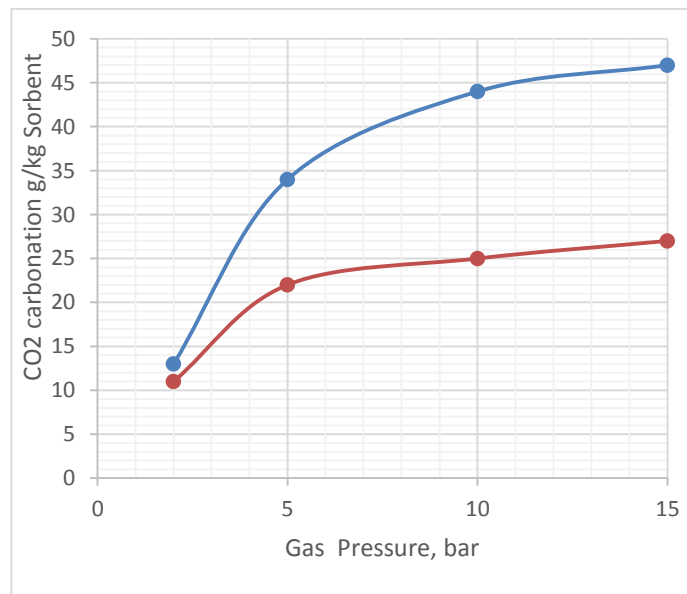


Figure 8. The effect Adsorption pressure effect on sorbent weight change as %

### Conclusion

The results showed expansion of the operational envelope for gas having much steam carry-over and improved performance of the modified column. For low pressures, the modified column can remove all the toxic emissions from the gas stream, resulting in low steam carry-over (separation efficiency=70%). The study of emission control at sustainable development from many aspects in power generation was compulsory, and then advanced materials and technologies should be used to prevent pollution of exhaust gas, the material used in this study finally concluded as efficient and high cut with ecological environmental protection.

## References

- Akpınar, N and Şen, M,1987, Kentsel katı atıklardan enerji üretimi, Enerji Enstitüsü
- Al-Jabari, M., Modeling analytical tests of supercritical fluid extraction from solids with Langmuir kinetics. Chemical Engineering Communications, 190, 1620-1640 (2003).
- Anonymous b, 2015, Yakma Kazanları, <http://www.alfakazan.com.tr>, Alfa Kazan ve Makine AŞ,Ankara
- Anonymous c, 2015, Kalina Cycle, <http://www.imparatorenerji.com.tr>, İmparator Enerji, GeoPower, İstanbul
- Anonymous d, 2015, Akışkan Yataklı Yakma Kazanı, <http://www.mimsan.com.tr>, Mimsan A.Ş. , İstanbul
- Anonymous e, 2015,<http://www.atlasinc.dk/>
- Anonymous f, 2015,<http://www.santes.com.tr/>
- Anonymous g, 2015, [http://www.ottusa.com/mobile\\_systems/mobile\\_systems.htm](http://www.ottusa.com/mobile_systems/mobile_systems.htm)
- Anonymous, 2017 SEPURAN membrane fibers: <http://www.sepuran.com/product/sepuran/en/Pages/selective-permeation.aspx>
- Bell D.A. Towler B.F., Fan M., 2011, Coal Gasification and Applications, ISBN: 978-0-8155-2049-8, Elsevier Inc., Oxford
- Donskoi, E.& McElwain, D.L.S., 1999, Approximate modelling of coal pyrolysis, Fuel, 78 , pp. 825–835
- <https://doi.org/10.1016/j.apm.2017.01.069>
- IEA, 2007, IEA Coal Research Ltd, Clean Coal Technology Report, ( A.J. Minchener and J.T. McMullan)
- Jess A, Andresen A-K. Influence of mass transfer on thermogravimetric analysis of combustion and gasification reactivity of coke. Fuel.; 2009. doi:10.1016/j.fuel.2009.09.002
- Kajitani S, Suzuki N, Ashizawa M, et al. CO<sub>2</sub> gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier. Fuel. 2006;85:163-169.
- Kajitani S, Suzuki N, Ashizawa M, et al. CO<sub>2</sub> gasification rate analysis of coal char in entrained flow coal gasifier. Fuel. 2006;85:163-169.
- Karakaya, İ.,2008, İstanbul için stratejik kentsel katı atık Yönetimi yaklaşımı, Yüksek LisansTezi , İTÜ FBE Çevre Müh.Böl.



Kreith, F and Tchobanoglous, G 2002, Handbook of Solid Waste Management

L Jingling , Z Lulu , L ZhijieEds (2017), Environmental Pollution Control ISBN 978-3-11-053831-1

Lentsch D, Schubert A, , 2013 "Risk Assessment for Geothermal Wells- A probabilistic Approach to Time and Cost Estimation CRC Transactions, Vol 37, p 971-977

Liu, G., Benyon, P., Benfell, K.E., Bryant, G.W., Tate, A.G., Boyd R.K., 2002, The porous structure of bituminous coal chars and its influence on combustion and gasification under chemically-controlled conditions, Fuel, 79, pp. 617–626

Mahmoudi, S.. Gholamian, E. Zare V, 2015, Exergy analysis of a new configuration of trigeneration system based on biomass gasifier, ECRES2015, Antalya

Manohar, B., Kadimi, U.S., Extraction Modelling and characterization of bioactive components from *Psoralea corylifolia* L. Obtained by supercritical carbon dioxide. Journal of Food Processing & Technology, 3, 144 (2012)

Murthy, T.P.K., Manohar, B., Mathematical Modeling of Supercritical Carbon Dioxide Extraction Kinetics of Bioactive Compounds from Mango Ginger (*Curcuma amada Roxb*). Open Journal of Organic Chemistry, 2, 36-40 (2014)

O Hamdya M A. Bassilyb H M.El-Batshc T A. Mekhaild, Numerical study of the effect of changing the cyclone cone length on the gas flow field, Applied Mathematical Modelling, Vol46, 2017, Pages 81-97

Padmesh, T.V.N., Vijayaraghavan, K., Sekaran, G., Velan, M., Batch and column studies on biosorption of acid dyes on fresh water macro alga *Azollafiliculoides*. Journal of Hazardous Materials, 125(1-3), 121-129 (2005).

Pereira, P.A.L., Dutra, A.J.B., Martins, A.H., Adsorptive removal of arsenic from river waters using pisolite. Minerals Engineering, 20, 52-59 (2007).

R Molina, S Wang, L E. Gomez, R S. Mohan, O Shoham and G Kouba, Wet Gas Separation in Gas-Liquid Cylindrical Cyclone Separator, J. Energy Resour. Technol 130(4), 042701 (2008) doi:10.1115/1.3000101

## CO GAS SENSING PROPERTIES OF $\text{Cd}(\text{OH})_2$ THIN FILMS SYNTHESIZED BY SILAR METHOD

Esra Demet MÜEZZİNOĞLU<sup>1\*</sup>, Sümeyra Tuna YILDIRIM<sup>2</sup>,  
Ali Orkun ÇAĞIRTEKİN<sup>3</sup>, M. Ali YILDIRIM<sup>1</sup>, Aytunç ATEŞ<sup>4</sup>, Selim ACAR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical and Electronic Engineering, Engineering Faculty, Erzincan Binali Yıldırım University, <sup>2</sup>Department of Analytical Chemistry, Pharmacy Faculty, Erzincan Binali Yıldırım University,

<sup>3</sup>Department of Physics, Science Faculty, Gazi University,

<sup>4</sup>Department of Material Engineering, Engineering and Natural Sciences Faculty, Ankara Yıldırım Beyazıt University,

### Abstract:

$\text{Cd}(\text{OH})_2$  thin films were successfully synthesized on glass substrates by SILAR method at room temperature. The effect of SILAR cycle on the structural, morphological, compositional and CO gas sensing properties of the thin films were investigated by XRD, SEM, EDAX and gas measurement system, respectively. The XRD and SEM studies indicated that the thin films had polycrystalline nature with hexagonal phase of  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  and the structural and morphological properties of the thin films depended on the SILAR cycle. CO gas sensing measurements were carried out as a function of temperature and gas concentrations. The sensing responses of the thin film sensors increased with operating temperature and reached to the maximum at 157 °C. The  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  thin film sensors exhibited high sensing responses when exposed to CO gas concentration in the range of 50-500 ppm at operating temperature of 157 °C. At the optimal operating temperature (157 °C) and 50 ppm CO gas concentration, the sensing responses of  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  thin film sensors with 30, 40 and 50 SILAR cycle were calculated to be 24 %, 40 % and 26 %, respectively. It was seen that the gas sensing properties of the thin film with 40 SILAR cycle were better than others.

**Keywords:**  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ , Gas Sensor, SILAR, SILAR Cycle

## ZEOLİTİK İMİDAZOLAT ESASLI ÇERÇEVELERİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Mohamed Ali MOHAMUD<sup>1</sup>, Doç. Dr. Ayşe BAYRAKÇEKEN YURTCAN<sup>1,2</sup>  
Atatürk Üniversitesi, <sup>1</sup>Kimya Mühendisliği Bölümü, <sup>2</sup>Nanobilim ve Nanomühendislik  
Bölümü

### ÖZET

Metal Organik Çerçeveseler (MOF'ler) esas olarak metaller ve ligandlardan oluşur, ayırt edilebilir gözeneklilik ve ayarlanabilir özelliklerden oluşurlar ve birçok farklı bilim ve mühendislik alanında kullanım için harika bir olasılık olduğunu göstermişlerdir. Zeolitik imidazolat çerçeveler (ZIF'ler), yeni gözenekli materyal sınıfına sahip MOF'ların alt ailesidir ve son zamanlarda kataliz, kimyasal algılama, sıvı ayırma, ilaç kapsülleme, atık su arıtma ve gaz depolama alanlarında araştırmalar yapılmaktadır. ZIF sentezinin etkinliği ve termodinamik kararlılığı, büyük ölçüde çerçeveleri oluşturan bağın kuvvetine bağlıdır, bu nedenle ZIF'lerin uygun metal ve ligandlardan tasarlanması çok önemlidir. Bu çalışmanın amacı, iki önemli zeolitik imidazolat çerçevesini, yani  $Zn^{2+}$  ve  $Co^{2+}$  metallerinden oluşturulmuş ZIF-8 ve ZIF-67'yi metanol çözeltisinde 2-metilimidazol bağlayıcılarıyla sentezlemektir. Malzemelerin karakterize edilmesi için Fourier-transform kızılötesi spektroskopisi (FTIR), X-ışını difraksiyonu (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. Deneysel gözlemler, sentezlenen ZIF-8 ve ZIF-67 malzemelerinin, benzersiz nano-ölçekli yapılara ve karbon yapıların tasarımında kullanılabilecek özelliklere sahip olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Metal-organik çerçeveler, zeolitik imidazolat çerçeveler, ZIF-8, ZIF-67

## ABSTRACT

Metal Organic Frameworks (MOFs) are constructed mainly metals and ligands, consists of distinguishable porosity and adjustable properties and have shown a great possibility to be used in many different fields of science and engineering. Zeolitic imidazolate frameworks (ZIFs) are sub-family of MOFs with an emerging class of porous materials and recently have been investigating in the areas of catalysis, chemical sensing, fluid separation, drug encapsulation, waste water treatment, and gas storage. The efficiency and thermodynamic stability of ZIFs synthesis, largely depends on the strength of bond that forms the frameworks, therefore it is crucial to design ZIFs from suitable metal and ligands. The purpose of this study is to synthesize two important zeolitic imidazolate frameworks, namely ZIF-8 and ZIF-67 constructed from  $Zn^{2+}$  and  $Co^{2+}$  metals with 2-methylimidazole linkers in methanol solution. Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscope (SEM) were examined in order to characterize the materials. Experimental observations showed that synthesized ZIF-8 and ZIF-67 materials possess unique nanoscaled structures and features that could be used to design carbon structures.

**Keywords:** Metal-organic frameworks, zeolitic imidazolate frameworks, ZIF-8, ZIF-67

## 1. INTRODUCTION

A new type of porous materials called metal organic frameworks (MOF) emerged early in 1990s, which dramatically impact on many fields in material science, biology, physics, chemistry and engineering. MOFs are self-assembled metal clusters with organic ligands, well known for their possession of high surface area, high thermal and chemical stabilities, and have shown a promising application on many areas in science and engineering (Zheng et al., 2016). ZIFs are type of MOF that possess unique properties of both zeolites and MOFs, like large surface area, crystalline porous structures, and have been extensively researching as precursors for the synthesis of many porous materials including designing of porous materials (Chao et al., 2017).

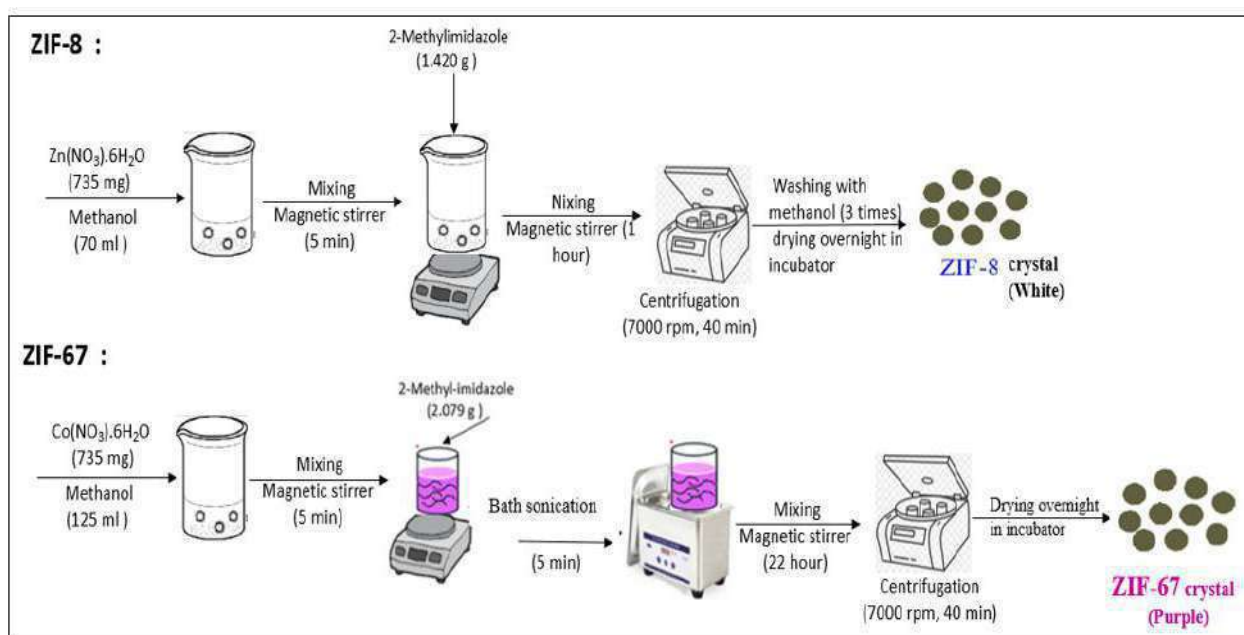
Types of ZIFs that currently investigating for various applications are ZIF-8 and ZIF-67, for example ZIF derived N-doped carbon possess nanoscaled pores and have been studied as a template to produce nanoporous carbon based materials for improving oxygen reduction reaction (ORR) activity in proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs). The distinguishable properties of ZIF-8 and ZIF-67 such as high nitrogen content, tunable porosity, uniform structured features and easy preparations made them an ideal candidate in countless applications (Li, Zhang, Li, & Chemistry, 2016; Liu et al., 2017).

Each year, ZIF-8/67 are employed in a new field and their application tremendously is expanding. Currently one of the hot topic frequently reported in research papers is catalytic application in which porous materials (e.g carbon, metal or nitrogen) present in ZIFs are fabricate by means of high temperature e-g pyrolysis. Pyrolysis is the thermal separation of materials at elevated temperatures in an inert atmosphere. Simple pyrolysis may results porous materials which could possibly be doped with heteroatoms (S, P, N etc) with spectacular properties as support metal based catalyst to develop fuel cells, supercapacitors or lithium batteries (Chen, Zhang, Jiao, & Jiang, 2018; Li et al., 2016; Liu et al., 2017; H. Zhang, Osgood, Xie, Shao, & Wu, 2017).

In this study, ZIF-8 and ZIF-67 (a type of MOF) with the imidazole group were synthesized and characterized by Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), X-ray diffraction XRD (XRD) and scanning electron microscope (SEM).

## 2. MATERIALS AND METHOD

In a typical synthesis of ZIF-8 and ZIF-67 were prepared in methanol solution similar to (Zhou et al., 2017). According to many previous researchers, of many different methods. Methanol method is most efficient technique for the preparation of high porous nitrogen-



abundant carbon from ZIF-8 and ZIF-67 nanoparticles (Figure 1).

Figure 1. ZIF-8/67 synthesis procedure.

The ZIF-8 and ZIF-67 were synthesized as shown in above Figure 1 using the specific metal solution ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (for ZIF-8) and  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (for ZIF 67) in methanol combined with the ligand solution (2-methylimidazolate) under stirring with a magnetic bar. The precipitated product was separated by centrifugation at 7000 rpm for 40 min and washed with methanol three times (only ZIF 8 washed). The solid products were dried to remove the solvent at room temperature under vacuum overnight. The obtained crystal products were white powder for ZIF-8 and colored purple for ZIF-67 respectively.

## 3. ZIFs Characterization

The SEM images of the prepared ZIFs morphological structures was examined by using the ZEISS SIGMA 300 instrument). To determine the atomic and molecular structure of ZIFs crystal, X-ray diffraction XRD analysis (PANalytical Empyrean X-Ray Diffractometer) with range of  $5^\circ \leq 2\theta \leq 70^\circ$  was carried out . In addition FTIR analysis was used to examine surface

groups of the synthesized ZIFs. IR spectra of the synthesized materials were determined by Bruker VERTEX 70v FT-IR spectrometer.

#### 4. RESULTS AND DISCUSSION

As shown in Figure 2 the nano crystals of white ZIF-8 and colored purple ZIF-67 powders observed under SEM, exhibits a well-constructed rhombic dodecahedron-shaped structures which are similar morphological shapes with those ZIF-8/67 reported in previous studies (Jiang et al., 2013; Lai, Yeong, Lau, & Shariff, 2016; Park et al., 2016; X. Zhang et al., 2016). It was previously reported that catalytic activity of MOFs depends on its hierarchical structures, thus the morphology like rhombic dodecahedron-shaped ZIFs are useful in designing high porous materials for heterogenous catalysis with fast internal and external diffusion rate (Park et al., 2016; Xu, Fang, Luque, Chen, & Li, 2019). The obtained length frames for both ZIFs nanoparticles was from 1  $\mu\text{m}$  to 200 nm.

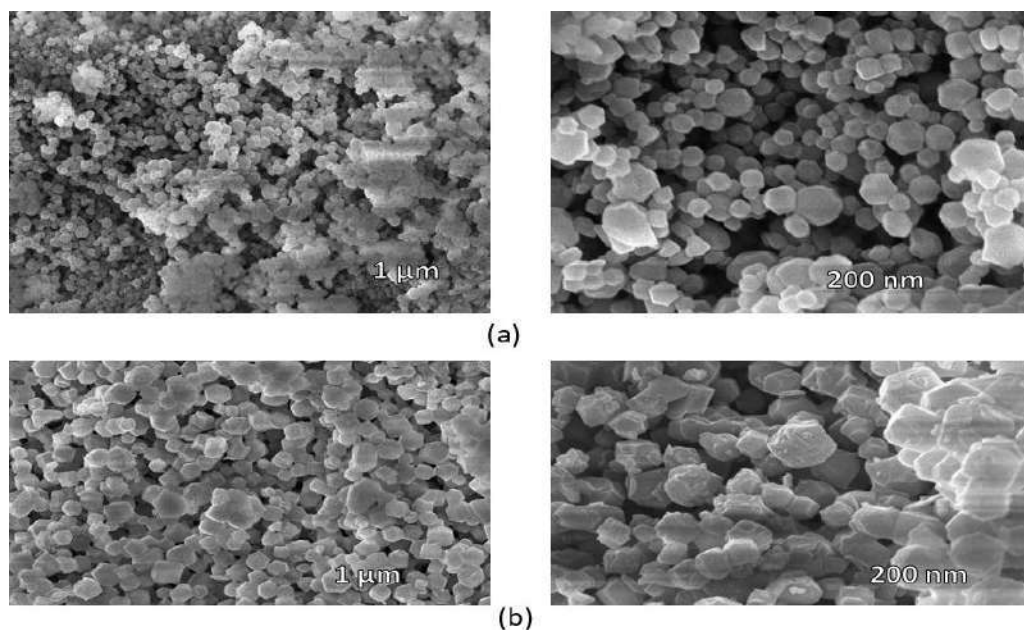


Figure 2. SEM images of (a) ZIF-8 (b) ZIF-67.

Powder XRD pattern in Figure 3, on the other hand revealed that the obtained both nano Zn-ZIF and Co-ZIFs display sharp peaks (011, 002, 112, 013, and 222) and also maintain crystallinity with similar morphology of the sodalite structures of ZIF-8/67 discussed in previous studies. In addition XRD spectra of the two samples were exactly identical and no extra phase was detected, hence matched the simulated reference one discussed in ZIFs literature (Rösler et al., 2016; Xue, Zhou, Li, & Ondon, 2019; Zhou et al., 2017).

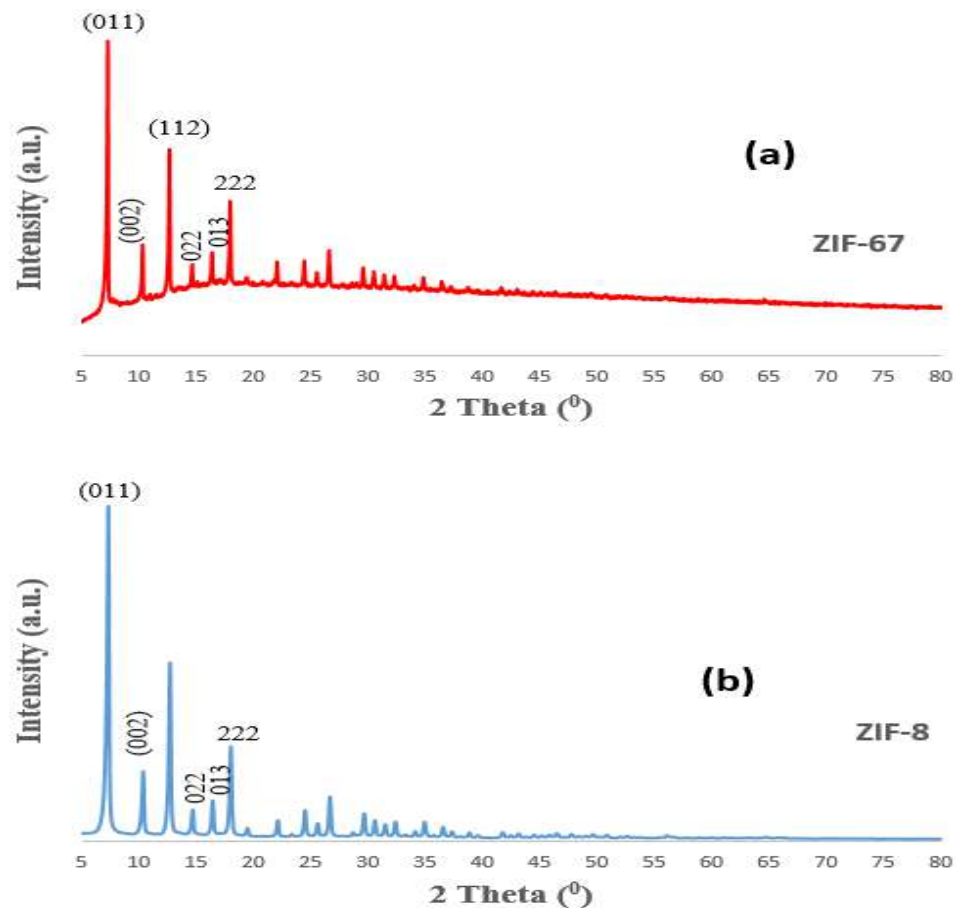


Figure 3. XRD patterns of (a) ZIF-67 and (b) ZIF-8.

FTIR was employed to examine the alignment of the metals (Zn and Co) with organic ligand 2-methylimidazolate (2-MIM). The vibration at  $428\text{ cm}^{-1}$  indicates the interaction of Zn and Co ions with nitrogen atom of 2-mIm group to form imidazolate. Meanwhile, the stretching between  $1300\text{--}1460\text{ cm}^{-1}$  represent entire peak. on the other hand, the peaks at  $995$  and  $760\text{ cm}^{-1}$  could be attributed to both C–N and C–H stretching (Figure 4) (Hu, Kazemian, Rohani, Huang, & Song, 2011).



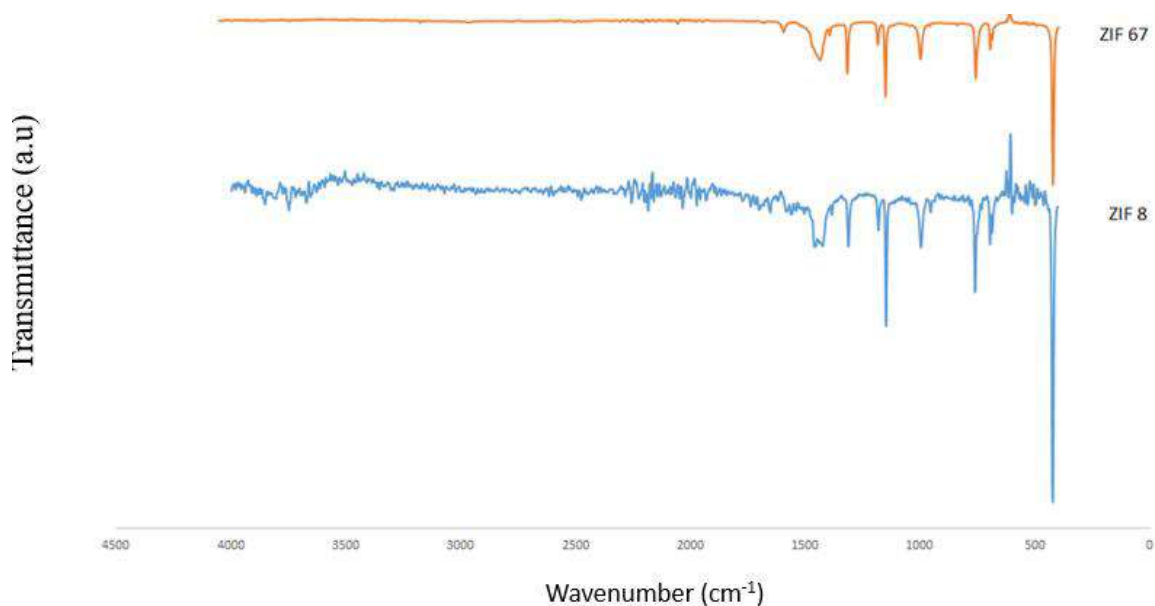


Figure 4. FTIR spectra of the synthesized ZIF-8 and ZIF 67.

## 5. CONCLUSIONS

Zeolitic imidazolate based frameworks which are a subgroup of metal organic frameworks were synthesized by using methanol method. In this respect, ZIF8 and ZIF67 were synthesized. SEM, XRD and FTIR were used in order to characterize the synthesized materials. It was observed that the synthesized ZIF-8 and ZIF-67 materials showed similar characteristics of the zeolitic imidazolate frameworks.

## Acknowledgements

Authors acknowledge support from the Turkey Government Scholarship for International Students and East Anatolia High Technology Application and Research Center (DAYTAM).

## REFERENCES

- Chao, S., Zou, F., Wan, F., Dong, X., Wang, Y., Wang, Y., . . . Li, W. J. S. r. (2017). Nitrogen-doped carbon derived from ZIF-8 as a high-performance metal-free catalyst for acetylene hydrochlorination. 7, 39789.
- Chen, Y.-Z., Zhang, R., Jiao, L., & Jiang, H.-L. J. C. C. R. (2018). Metal–organic framework-derived porous materials for catalysis. 362, 1-23.
- Hu, Y., Kazemian, H., Rohani, S., Huang, Y., & Song, Y. J. C. C. (2011). In situ high pressure study of ZIF-8 by FTIR spectroscopy. 47(47), 12694-12696.

- Jiang, Z., Li, Z., Qin, Z., Sun, H., Jiao, X., & Chen, D. J. N. (2013). LDH nanocages synthesized with MOF templates and their high performance as supercapacitors. *5*(23), 11770-11775.
- Lai, L. S., Yeong, Y. F., Lau, K. K., & Shariff, A. M. J. P. e. (2016). Effect of Synthesis Parameters on the Formation of ZIF-8 Under Microwave-assisted Solvothermal. *148*, 35-42.
- Li, X., Zhang, J., Li, W. J. J. o. I., & Chemistry, E. (2016). MOF-derived nitrogen-doped porous carbon as metal-free catalysts for acetylene hydrochlorination. *44*, 146-154.
- Liu, Y., Wei, G., Pan, L., Xiong, M., Yan, H., Li, Y., . . . Qiao, Y. J. C. (2017). Rhombic Dodecahedron ZIF-8 Precursor: Designing Porous N-Doped Carbon for Sodium-Ion Batteries. *4*(12), 3244-3249.
- Park, K. S., Jin, S.-a., Lee, K. H., Lee, J., Song, I., Lee, B.-S., . . . Kim, G. J. I. J. E. S. (2016). Characterization of zeolitic imidazolate framework-derived polyhedral carbonaceous material and its application to electrocatalyst for oxygen reduction reaction. *11*, 9295-9306.
- Rösler, C., Aijaz, A., Turner, S., Filippousi, M., Shahabi, A., Xia, W., . . . Fischer, R. A. J. C. A. E. J. (2016). Hollow Zn/Co Zeolitic Imidazolate Framework (ZIF) and Yolk-Shell Metal@ Zn/Co ZIF Nanostructures. *22*(10), 3304-3311.
- Xu, C., Fang, R., Luque, R., Chen, L., & Li, Y. J. C. C. R. (2019). Functional metal-organic frameworks for catalytic applications. *388*, 268-292.
- Xue, W., Zhou, Q., Li, F., & Ondon, B. S. J. J. o. P. S. (2019). Zeolitic imidazolate framework-8 (ZIF-8) as robust catalyst for oxygen reduction reaction in microbial fuel cells. *423*, 9-17.
- Zhang, H., Osgood, H., Xie, X., Shao, Y., & Wu, G. J. N. E. (2017). Engineering nanostructures of PGM-free oxygen-reduction catalysts using metal-organic frameworks. *31*, 331-350.
- Zhang, X., Ji, G., Liu, W., Zhang, X., Gao, Q., Li, Y., & Du, Y. J. J. o. M. C. C. (2016). A novel Co/TiO<sub>2</sub> nanocomposite derived from a metal-organic framework: synthesis and efficient microwave absorption. *4*(9), 1860-1870.
- Zheng, H., Zhang, Y., Liu, L., Wan, W., Guo, P., Nyström, A. M., & Zou, X. J. J. o. t. A. c. s. (2016). One-pot synthesis of metal-organic frameworks with encapsulated target molecules and their applications for controlled drug delivery. *138*(3), 962-968.
- Zhou, K., Mousavi, B., Luo, Z., Phatanasri, S., Chaemchuen, S., & Verpoort, F. J. J. o. M. C. A. (2017). Characterization and properties of Zn/Co zeolitic imidazolate frameworks vs. ZIF-8 and ZIF-67. *5*(3), 952-957.

## ALTIN NANOPARÇACIK DESTEKLİ ISY-FDT ile KANSER TEDAVİSİ GELİŞTİRİLMESİ

Sena SALTA SAVAŞ<sup>1</sup>, Ar. Gör. Melike GÜNEY AKKURT<sup>1,2</sup>,  
Dr. Mustafa Kemal RUHİ<sup>1</sup>, Prof. Öğ. Üyesi Murat GÜLSOY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Boğaziçi Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği  
Bölümü

<sup>2</sup>İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomedikal  
Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Fotodinamik terapi (FDT), uygun dalga boyunda ışık ile uyarılmış fotosensitizan ve ortamdaki oksijenin kullanılması ile oluşan fotokimyasal reaksiyonlar aracılığıyla istenmeyen hücrelerin öldürülmesine dayanan bir uygulamadır. Nanoyapılar içerisinde küresel altın nanoparçacık (AuNP) kolay sentezlenebilmesi ve konjugasyon özellikleri sayesinde kolay işlevselleştirilebilmesi ile ilgi çekici olmuştur. Biyolojik dokulara optik girginliği diğer lazerlere kıyasla daha yüksek olan 809-nm lazer ile indosiyenin yeşilinin (ISY) altın nano taşıyıcıya yüklenerek kullanılması durumunda kanser hücreleri üzerinde oluşan FDT etkinliğinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla prostat (PC-3) ve kolon (Caco-2) kanser tiplerine ait hücrelere altın nanoparçacıklara yüklenmiş ISY kullanılarak FDT uygulaması yapılmış ve sonuçlar kontrol grupları ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu deneyler sırasında kullanılan ISY yüklü nanoparçacık dozunun etkinliğini ölçmek için hücre canlılığı MTT testi ile izlenmiştir. Caco-2 ve PC-3 hücre dizileri üzerinde, 25 µM, 50 µM ve 100 µM ISY konsantrasyonları ile 25, 50 ve 100 J/cm<sup>2</sup> laser kullanılan gruplar birbirleri ile kıyaslanmıştır. Negatif yüklü yüzeye sahip AuNP'ler elektrostatik etkileşim sayesinde pozitif yüklü polietilenimin (PEI) polimeri ile kaplanıp negatif yüklü ISY'nin elektrostatik etkileşim ile tutunması sağlanmıştır. 96 kuyucuklu plakalarda hazırlanan hücrelere belirlenen dozlardaki ISY ve AuNP-ISY eklenerek FDT uygulandıktan sonra MTT testi uygulanarak FDT'nin etkinliği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda ISY yüklü AuNP'lerin toksik etki gösterdiği saptanmıştır. Aynı zamanda kolon kanseri hücrelerinin prostat kanserine kıyasla AuNP-ISY ile yapılan FDT'ye daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir. Toksik etki olmaksızın hücre canlılığında anlamlı bir düşüş olmamakla birlikte, PC-3 hücreleri kontrol grubuna göre anlamlı düşüş göstermiştir; Caco-2 hücrelerinde ise bu anlamlı düşüş daha yüksek dozajlarda ve yüksek enerji yoğunluğunda gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fotodinamik Terapi, Kanser, Altın Nanoparçacıklar.

## ABSTRACT

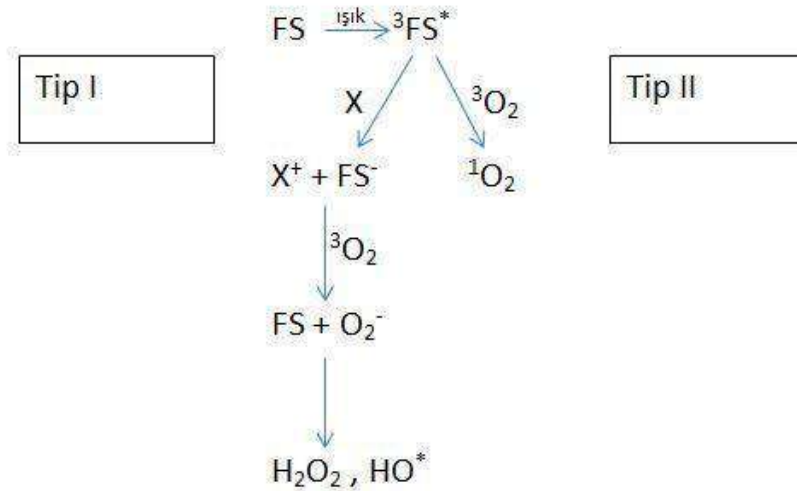
Photodynamic therapy (PDT) is an application based on the killing of unwanted cells with photochemical reactions based on photosensitizer induced by light at an appropriate wavelength and the use of oxygen in the environment. Spherical gold nanoparticles (AuNP) have been interesting because of their easy synthesis and easy functionalization thanks to their conjugation properties. The aim of this study is to investigate the efficacy of PDT on cancer cells with an 809-nm laser, which has higher optical penetration to biological tissues than other lasers when the indocyanine green (ICG) is loaded onto a gold nanoscale carrier. For this purpose, PDT was applied to the cells of the prostate (PC-3) and colon (Caco-2) cancer cells by using ICG loaded AuNPs and the results were compared with control groups and each other. Cell viability was monitored by MTT test to measure the efficacy of the dose of AuNP-ICG used during these experiments. On Caco-2 and PC-3 cell lines, 25  $\mu\text{M}$ , 50  $\mu\text{M}$  and 100  $\mu\text{M}$  ICG concentrations and 25, 50 and 100  $\text{J}/\text{cm}^2$  laser groups were compared. AuNPs with negatively charged surface were covered with positively charged polyethylenimine (PEI) polymer by electrostatic interaction, negatively charged ICG was hereby held to the positive surface via electrostatic interaction. ICG and AuNP-ICG were added in determined doses into the cells prepared in 96-well plates and PDT was applied, then the MTT test was performed to determine the efficacy of PDT. As a result of these studies, it was found that the AuNP-ICG had a toxic effect. It was also observed that colon cancer cells were more resistant to PDT with AuNP-ICG than prostate cancer cells. Although there was no significant decrease in cell viability without toxic effect, PC-3 cells showed a significant decrease compared to the control group. In Caco-2 cells, this significant decrease was observed at higher dosages and higher energy density.

**Keywords:** Photodynamic Therapy, Cancer, Gold Nanoparticles.

## 1. GİRİŞ

Bu projede, biyolojik dokulara optik girginliği diğer laserlere kıyasla daha yüksek olan 809-nm laser ile indosiyanın yeşilinin (ISY) altın nanoparçacığa yüklenerek kullanımı ile kanserin fotodinamik tedavisinin etkinliği incelenmiştir. Çalışmada elde edilmek istenen sonuç altın nanoparçacığa yüklenmiş ISY ile yapılan FDT uygulamalarının etkinliğindeki artışı belirlemektir.

**Fotodinamik terapi**, uygun dalgaboyunda ışık ile uyarılmış fotosensitizan ve ortamdaki oksijenin kullanılması ile oluşan fotokimyasal reaksiyonlar aracılığıyla istenmeyen hücrelerin öldürülmesine dayanan bir uygulamadır. Fotodinamik terapi iki farklı reaksiyon türü ile gerçekleşebilir; tip I reaksiyonda fotosensitizan triplet durumuna uyarılır ve ardından komşu moleküllerle elektron ya da hidrojen atomu değişimine girerek biyomoleküllerde oksitlenmeye sebep olur. Tip II reaksiyonlarda ise triplet durumdaki fotosensitizan triplet durumdaki oksijen ile etkileşime girerek yüksek oksidasyon potansiyeline sahip singlet oksijen oluşmasına sebep olur [1].



Şekil 1 Fotosensitizasyon mekanizmaları

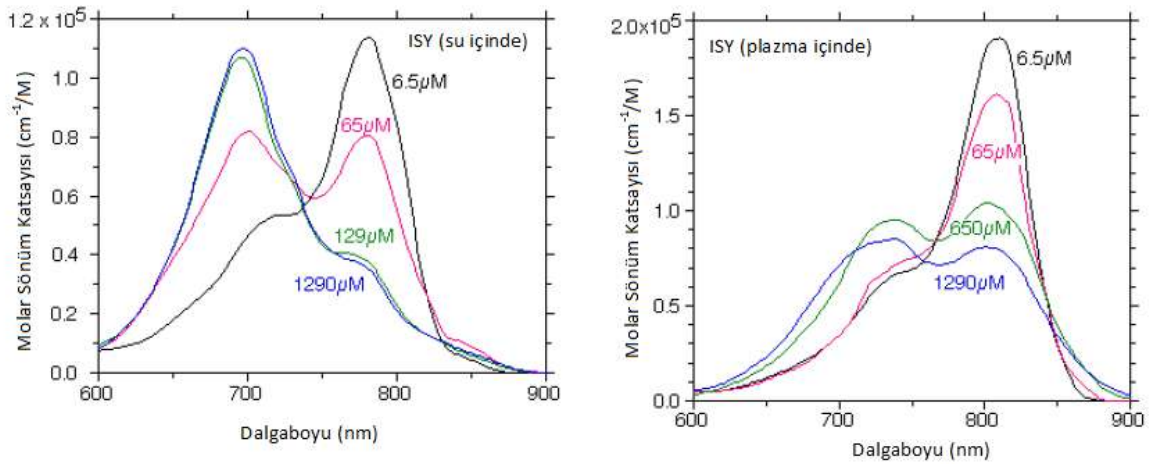
Fotodinamik terapinin en önemli özelliği seçici olarak kanser hücrelerini hedeflerken sağlıklı hücrelere zarar vermemesidir, ayrıca asgari girişimsel olması özelliğiyle de avantajlıdır. FDT radyoterapi gibi geleneksel yöntemlerin aksine, sınırlama olmaksızın tekrar edilebilir bir tedavi yöntemidir [2].

Fotosensitizan ve ışık kaynağı uygun dozlarda ayrı ayrı uygulandığında herhangi bir toksik etkiye sahip olmamakla beraber, fotosensitizanın uygun dalga boylu ışık ile aktive edilmesi sonucunda oluşan serbest oksijen radikalleri (*Reactive oxygen species / ROS*) lokal hücre ölümüne sebep olmaktadır [10]. Bu radikaller çok kısa bir yarılanma süresine sahip olduğundan sadece içinde üretildikleri hücre için toksik etki gösterebilirler. Bu sebeple ışık kaynağı uzaklaştığında FDT'nin devam eden tehlikeli bir etkisi kalmaz [2,3,4].

**Indosiyanın Yeşili (ISY)**, medikal teşhis amaçlı kullanımı çok yaygın olan bir anyonik trikarbosiyanin boyasıdır. Karaciğer fonksiyonlarının gözlemlenmesi, enzimlerin floresans olarak etiketlenmesi ve takibi, kardiyak debisi ölçümü, kan hacminin belirlenmesi dahil olmak üzere pek çok farklı kullanım alanı bulunan ISY laserle doku kaynağı ve FDT uygulamalarında da kullanılmaktadır [5,6].

Kuru (liyofilize) ISY oda sıcaklığında kararlı haldedir fakat ISY'nin sulu eriyikleri oldukça kararsız olup büyük kümelenmeler oluştururlar. Ayrıca sulu eriyiklerinde ISY'nin proteinlerle birleşme eğilimi çok yüksek olduğundan damar içi verildiğinde albümin ile kuvvetli bağlar oluşturur [6,7,8]. Bu bağlanma ve kümelenmeler ISY'nin soğurma ve floresans niteliklerinde düşüşe neden olur ve boya molekülleri fotobozunmaya daha kararlı hale gelirler. Bu durum ISY'nin fotosensitizan olarak kullanımını sınırlar [7].

ISY'nin su ve plazma içerisindeki soğurma spektrumu Şekil 2'de gösterilmiştir. Sulu çözeltisinde ISY yaklaşık 800-nm'de en yüksek soğurma katsayısına ulaşır ve görünür ışık alanında soğurması çok azdır. ISY'nin soğurma spektrumu çözücünün tipine ve konsantrasyona doğrudan bağlıdır. Kümelenme davranışının baskın olmadığı düşük konsantrasyonlarda ISY sulu eriyiği 790-nm civarında en yüksek soğurma katsayısına sahipken plazma içerisinde bu değer 810 nm'ye doğru kaymaktadır [9,10].



**Şekil 2 ISY'in farklı konsantrasyonlarda farklı çözücüler içindeki ışık soğurma eğrileri**

Dokuya nüfuz derinliği daha iyi olan 800-nm civarında ışık ile aktive edilebilir olması ve ışısız şartlar altında toksik olmaması sebebiyle tercih edilen ISY-FDT'nin kullanılan boyanın özelliklerinden kaynaklanan dezavantajları bulunmaktadır. Başarılı bir tedavi için yüksek konsantrasyon gerekmesi ve ISY'nin bu konsantrasyonda kararlılığının bozulması ve ISY moleküllerinin plazma proteinlerine kuvvetli bağlanma eğilimi bu dezavantajların en önemlileridir. Ayrıca plazma proteinlerine bağlanma eğilimi ISY'nin sistemik dolaşımında bulunma süresini azaltacağından hızlı temizlenme gerçekleşecek ve tedavi etkinliği azalacaktır [7,8,11,12].

Dolayısıyla, ISY-FDT'nin etkinliğinin artırılması için boya moleküllerinin kümelenmesinin ve proteinlere bağlanmasının azaltılması amacıyla kullanılacak yöntemlerden biri de ISY moleküllerinin nanoparçacık ilaç taşıyıcılarına yüklenmesidir. Nanoboyutta ilaç taşıyıcılarının lokalize ve hedefli ilaç dağıtımı, gelişmiş ilaç çözünürlüğü ve gelişmiş dolaşım süresi gibi avantajları bilinmektedir [13,14].

**Altın nanoparçacıklar;** diğer yeni geliştirilen ajanlardan farklı olarak 1950'lerden beri canlı içi uygulamalarda radyo izleyici olarak kullanılmakta ve güvenli oluşu ile bilinmektedir [15]. Altın nanoçubuklar, silika/altın nanokubuklar ve boşluklu altın nanoparçacıklar gibi farklı şekil ve yapılarda üretilmektedir [16]. Nanoyapılar içerisinde küresel AuNP kolay sentezlenebilmesi ve konjugasyon özellikleriyle ilgi çekici olmuştur [17]. Altın nanoparçacıkların belirli tümörlere özgü antibadiler ile bağlanması ve ışığı güçlü şekilde soğurması onları seçimli kanser hücre öldürülmesi için uygun kılar [18]. AuNP; DNA, peptitler ve antibadiler gibi birçok ligandla kovalent ve kovalent olmayan etkileşimlerle kolaylıkla işlevselleştirilebilmektedir [16,19]. Kolay biyokonjugasyon özelliği sayesinde AuNP bağışıklık sistemi odaklı yaklaşımlarla da birleştirilebilir gelecek vadeden bir araçtır [20]. Parçacık boyutları kolaylıkla birkaç nanometreden yüzlerce nanometreye kadar istenilen boyutta ayarlanabilir [16].

Kanser hücrelerinin AuNP'lerle tedavisinde yalnızca FDT ile fotosensitizan moleküllerinin kanser hücrelerini öldürmesinden değil fototermal özellikli NP'lerin fototermal terapi (FTT) ile de hücreleri öldürmesinden yararlanılmaktadır. FDT'den farklı olarak FTT'de karbon nanomalzemeler ve plazmonik AuNP'ler laser ışığının soğurulmasıyla ısı üreterek kanser hücrelerini fiziksel yolla yok eder [21]. Diğer nanoparçacıklar içerisinde AuNP'ler güçlü şekilde laser ışığı soğurması, fotostabil olması, toksik olmaması ve kolay konjugasyon imkanı ile fototermal etkileşim için en uygun adaylardır [15,17,19,20]. Soğurulan ışık AuNP'lerce piko saniyeler içerisinde ısıya dönüştürülmektedir [15]. FDT ile FTT'nin birleşiminin ilave etki yaratması ya da diğerinin etkisini artırması sayesinde kanser hücrelerinin yalnızca FDT ya da FTT ile tedavisinden daha etkin bir şekilde öldürüldüğü görülmüştür [21]. AuNP'ler dokuların optik geçirgen oldukları yakın kızılötesi aralıkta ayarlanabilir soğurmaya sahip olmaları ile de FTT'nin canlı içi uygulamalarında özgün bir seçenektir [16,21]. Soğurma, saçılma ve yüzey zenginleştirilmiş Raman için plazmonik alan oluşturmaları gibi özellikleriyle moleküler kanser görüntüleme de son derece kullanışlıdır [17].

AuNP'lerin kanser tedavisinde kullanımına dair birçok çalışma bulunsa da ISY ile AuNP'lerin ortak kullanımını barındıran tek bir çalışma bulunmaktadır [22]. Bu çalışmada AuNP ve ISY birlikte kullanılarak FDT ile FTT'nin ikili yaklaşımı akciğer kanseri hücresi (A549) üzerinde 808-nm diyot laser kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada Kuo ve ark. Au-PEI-ISY NP'lerin daha iyi fotokimyasal, yıkıcı stabiliteye sahip olduğunu ve kanserli hücreleri etkili bir şekilde öldürdüğünü gözlemlemişlerdir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Hücre Dizileri ve Kültür Aşaması

Projede kullanılacak iki farklı kanser hücresi (Caco-2 ATCC ® HTB-37™ ve PC-3 ATCC ® CRL-1435™) Boğaziçi Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Enstitüsü, Hücre Kültürü Laboratuvarında rutin kültür koşullarında kültür edilerek yeterli sayıya ulaşmaları sağlanmıştır.

### 2.2. Deney Gruplarının Oluşturulması

Caco-2 ve PC-3 hücre dizileri üzerinde, 25 µM, 50 µM, 100 µM ISY konsantrasyonları ile 25, 50 ve 100 J/cm<sup>2</sup> laser kullanılan gruplar başlangıç noktası olarak seçilmiştir.

Her iki hücre dizisi için ayrı ayrı olmak üzere, seçilen ISY dozlarında;

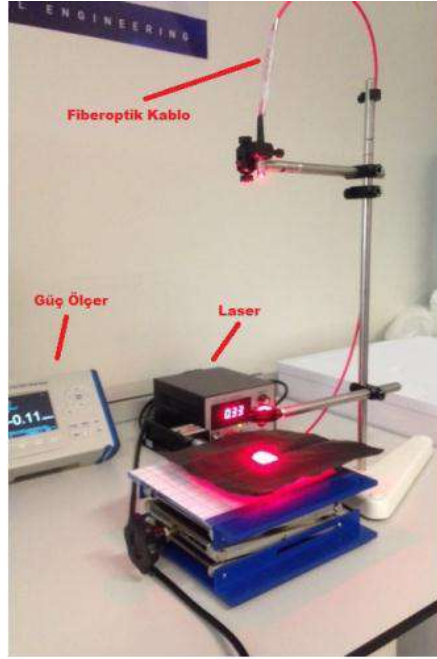
- Negatif Kontrol (ISY ve Laser uygulanmadan)
- Pozitif Kontrol ISY (Sadece ISY, karanlıkta)
- AuNP-ISY grubu (Sadece AuNP-ISY uygulanarak, karanlıkta)
- FDT1 grubu (ISY ve 809 nm laser)
- FDT2 grubu (AuNP-ISY ve 809 nm laser)

grupları oluşturulacaktır.

### 2.3. Laser Sistemi

Bu çalışmada için ışımaya dalgaboyu 809-nm olan diyot laser kullanılacaktır. Çalışmada kullanılacak laser bilgisayar kontrollü, 809 nm sürekli modda ışımaya yapan ve maksimum 2000 mW güce sahiptir.





Şekil 3 Deney Düzeneği

#### 2.4. AuNP-ISY Hazırlanması

Negatif yüklü yüzeye sahip AuNP'ler (40 nm diameter, OD 1, stabilized suspension in citrate buffer - Sigma-Aldrich 741981) pozitif yüklü polietilenimin (Polyethylenimine, Linear, MW 25,000 (PEI 25000), 1gr - Polysciences 23966-1) polimeri ile karıştırılıp elektrostatik etkileşim sayesinde PEI'nin AuNP yüzeyine tutunması sağlanarak yükü değiştirilecektir. Negatif yüklü ISY elektrostatik etkileşim ile pozitif yüklü yüzeye sahip Au-PEI NP'lerin yüzeyine tutunacaktır.

Nanoparçacıklar yüzeyinin yeterli miktarda PEI ve ISY ile kaplanmış olması zeta potansiyeli ölçümleri ile belirlenmiştir. Nanoparçacık başına düşen ortalama ISY miktarı UV/Vis spektrumu kullanılarak bulunmuştur. Boyut ölçümleri Dinamik Işık Saçılımı Metodu (DLS) kullanılarak yapılmıştır. Parçacıkların SEM görüntüleri de alınarak karakterizasyonları tamamlanmıştır.

Parçacıkların singlet oksijen üretip üretmedikleri DPBF (1,3-Diphenylisobenzofuran) çözeltisi içerisinde çözülüp, DPBF'in absorpsiyon spektroskopisine bakılarak gözlemlenmiştir. ISY laser ile etkileşime girip singlet oksijen üretmeye başladığında ortamdaki DPBF singlet oxygen ile etkileşime girerek DPBF'in absorbans pikinin düşmesine yol açmaktadır. DPBF 410 nm de absorbansa sahip sarı renkli bir kimyasal iken singlet oxygene bağlanmış hali ise şeffaftır. Absorbans pikinin bu lineer düşüşünün eğimini singlet oxygen yield'ı bilinen metilen mavisinin (MM) aynı şartlarda oluşturduğu eğrinin eğimine oranlayarak verim hesaplanmıştır.

#### 2.5. FDT uygulaması

ISY ve AuNP-ISY kullanılacak yapılacak FDT uygulamalarının yöntemi şöyledir;

1. Uygulama grupları için hazırlanan hücreler 96 kuyucuklu plakalara uygun sayıda ekilip 24 saat inkübe edilecektir,
2. 24 saat sonunda belirlenen dozlardaki ISY, AuNP-ISY ya da PLANP-ISY plakalardaki hücrelere eklenecek ve FDT uygulanacaktır,
3. FDT uygulaması ardından hücreler 24 saat boyunca inkübe edilecek ve bu süre sonunda MTT testi uygulanacak ve FDT'nin etkinliği belirlenecektir.

## 2.6. Hücre canlılığının MTT canlılık testi ile belirlenmesi

Hücre metabolik aktivitesinin, dolaylı olarak da hücre büyümesi veya ölümünün, değerlendirilmesini sağlayan kolorimetrik bir test olan MTT hücre canlılığını belirlemede kullanılmıştır. Bu testte, sarı renkli bir sıvı olan MTT mitokondriyal sukinat dehidrojenaz yoluyla mor renkli formazana indirgenir. Bu reaksiyon ancak canlı hücrelerde gerçekleşebileceğinden, indirgenmiş MTT miktarı canlı hücre miktarı hakkında bilgi verir. FDT uygulaması gerçekleştirilmiş plakalara MTT solüsyonu eklenerek inkübe edilmiştir. MTT'nin optik absorbans değeri doğrudan canlı hücre sayısı ile orantılı olduğu için mikrotplate okuyucu aracılığı ile absorbans değeri ölçülerek hücre canlılığı bilgisi elde edilmiştir.

## 3. BULGULAR

### 3.1. Parçacık Karakterizasyonu

Altın nanoparçacıkların yeterli miktarda PEI ile kaplanabilmesi için gerekli oranı belirlemek için farklı oranlarda (AuNP:PEI, 1:0,005, 1:0,1, 1:0,25, 1:0,5, 1:1) AuNP ve PEI karıştırılıp zeta potansiyeli ölçümü alınmıştır.

AuPEI'lerin yeterli miktarda ISY ile kaplanabilmesi için gerekli oranı belirlemek için de farklı oranlar denenerek (Au:ISY, 1:0,5, 1:1, 1:1,5) zeta potansiyeli ölçülmüştür.

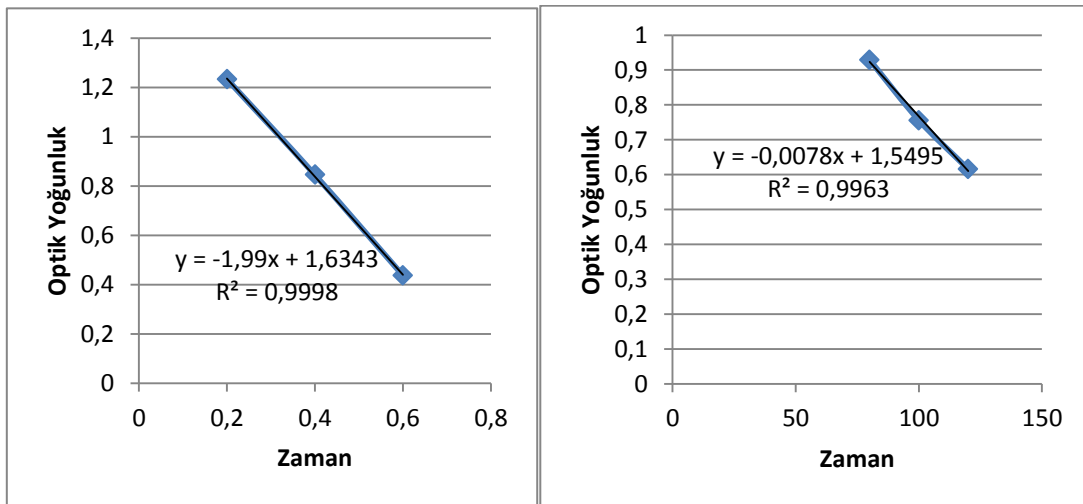
Kararlaştırılan oranlar doğrultusunda hazırlanan parçacıkların zeta potansiyeli ve boyut ölçümleri alınmıştır. Sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Sample	Zeta Pot(mV)	Std error	Size(nm)
AuNP	-19,25	2,42	66,2
AuPEI 1:0,05	49,44	0,67	
AuPEI 1:0,1	50,74	0,73	
AuPEI 1:0,25	56,65	1,95	

AuPEI 1:0,5	58,47	2,18	
AuPEI 1:1	61,13	0,79	73,2
AuISY 1:0,5	-22,23	0,77	
AuISY 1:1	-29,91	0,65	216,7
AuISY 1:1,5	-30,27	0,54	178,1
AuISY A1	-7,33	0,96	173,8
AuISY A2	-7,11	0,58	190,2
AuISY A3	-10,62	0,48	206,8
AuISY B1	-18,07	0,40	165,3
AuISY B2	-19,02	0,96	167,7

**Tablo 1 AuNP Zeta Potansiyeli ve DLS ölçümleri**

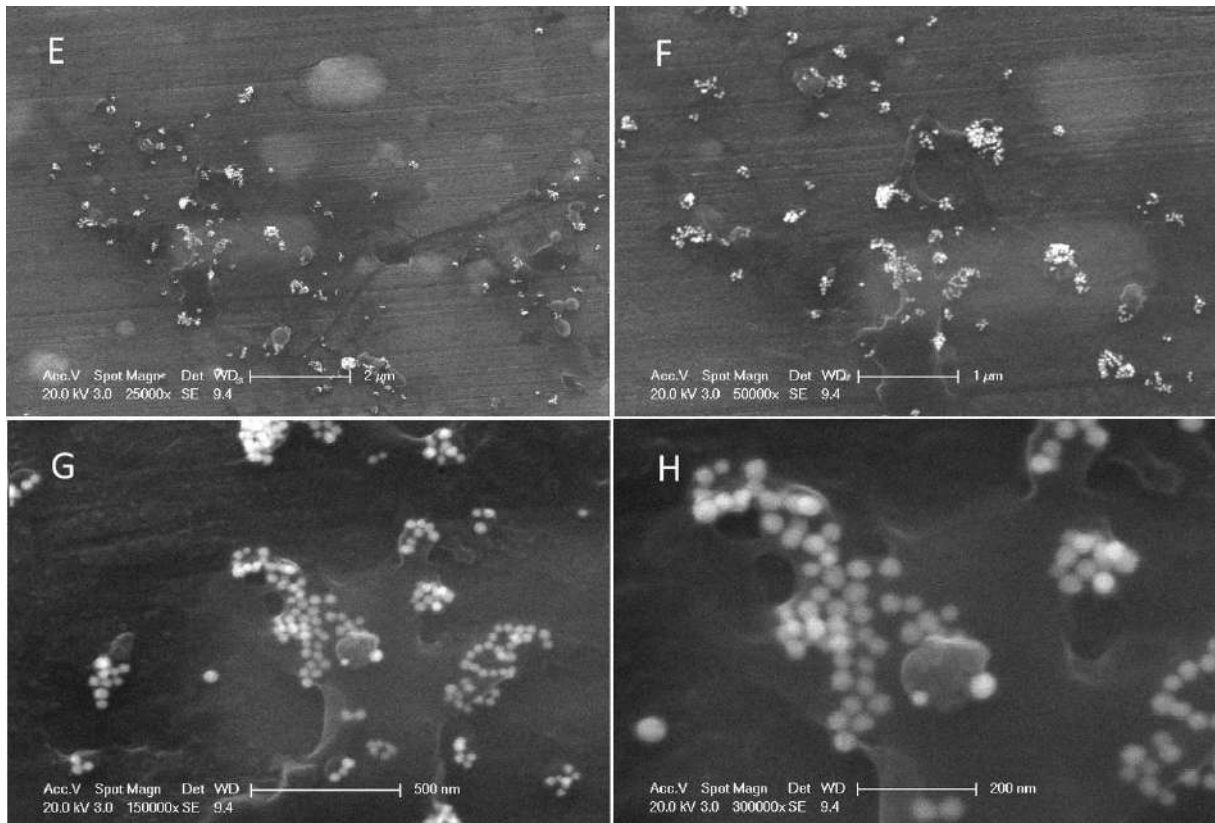
Hazırlanan parçacıkların FDT için gerekli olan singlet oksijen üretim verimini hesaplamak için gerçekleştirilen MM ve AuISY'nin absorpsiyon ölçümü sonucunda elde edilen veriler Şekil 4'teki grafikte gösteriştir.



**Şekil 4 MM (635 nm) ve AuISY'nin (809 nm) lazer ile etkileşiminde singlet oksijen üretme verimi**



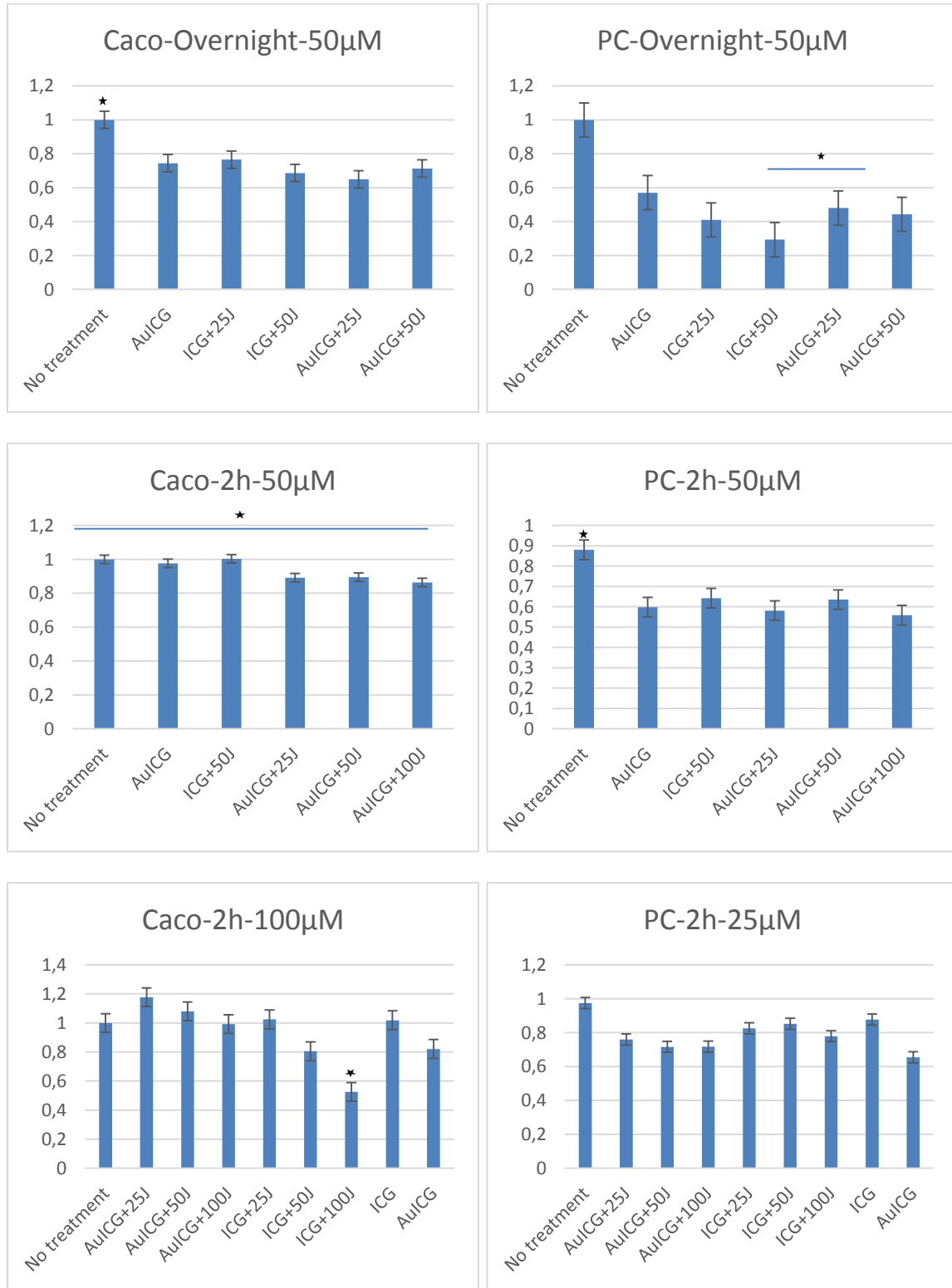
Şekil 5a AuNP'lerin SEM görüntüleri



**Şekil 5b AuNP'lerin SEM görüntüleri**

**3.2. Hücre Canlılığı Testi**

FDT uygulaması sonrasında hücre canlılığının saptanması ve FDT etkinliğinin belirlenmesi için gerçekleştirilen MTT testi sonuçları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6 MTT testi sonuçları

Diğer gruplara göre hücre canlılığı belirgin farklılık gösteren gruplar \* ile belirtilmiştir. PC-2h-25  $\mu$ M deney setinde ise AuICG+25J, AuICG+25J, AuICG+100J, ICG+100J, AuICG grupları no treatment grubuna göre belirgin farklılık göstermiştir.

#### 4.TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

FDT asgari girişimsel olması, tedavi tekrarı kısıtlaması bulunmaması ve kanser hücreleri üzerinde seçici toksik etki göstermesi ile avantajlı bir tedavi yöntemidir. ISY FDA tarafından onaylanmış, elektromanyetik spektrumda yakın kızılötesi bandında güçlü absorpsiyon pikine sahip toksik olmayan bir boyadır. Fakat ISY'nin sulu eriyiklerinin oldukça kararsız olmasından dolayı oluşan kümelenmeler ve yüksek protein bağlanma eğilimi kullanımını kısıtlamaktadır. Bu çalışmada ISY'nin kararlılığını ve etkinliğini artırmak amacı ile nanotaşıyıcılardan yararlanılmıştır. Küresel altın nanoparçacıklar kolay sentezlenebilmesi ve biyokonjugasyon özellikleriyle öne çıkmaktadır. AuNP'ye yüklenmiş ISY ile ISY'nin kararlılığının artırılması ve FDT etkinliğinin artışının gözlemlenmesi amaçlanmıştır.

Öncelikli olarak 40 nm AuNP'ler üzerine PEI aracılığı ile ISY yüklenmesi hedeflenmiş ve parçacık karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Tablo 1'de verilen sonuçlara göre AuNP üzerine PEI moleküllerinin başarılı bir şekilde yüklendiğini zeta potansiyelinin artışı ile gözlemleyebiliyoruz. AuNP:PEI oranını belirlemek için alınan ölçümlerde PEI miktarının artırılması ile yüksek miktarda bir zeta potansiyeli artışı gözlemlenmemekle birlikte 1:1 oranında en yüksek zeta potansiyeli ölçülmüştür. 1:1 oranı yeterli kaplamayı sağlamış olup deneylerde kullanılmıştır. Tablo 1'deki AuISY'lerdeki zeta potansiyeli düşüşünden ISY kaplamasının da başarılı olduğunu gözlemleyebiliyoruz. AuPEI NP'lerin yeterli miktarda ISY kaplanması için gerekli olan Au:ISY oranını belirlemek için de aynı yol izlenmiştir. 1:0,5 oranına göre 1:1 ve 1:1,5 oranında daha fazla ISY yüklemesi gerçekleştiği gözlemlenmiştir. 1:1 ve 1:1,5 oranları arasında büyük bir fark bulunmadığından ISY kümelenmesinin düşük konsantrasyonlarda daha az olacağı göz önünde bulundurularak 1:1 oranı tercih edilmiştir. Sonrasında alınan AuISY DLS ölçümleri ile parçacıkların hücre içi alıma uygun olup olmadıkları da kontrol edilmiştir. Ortalama 180,76 nm boyutunda olan parçacıklar hücre içine alım için uygundur. Alınan SEM görüntülerinde AuNP'lerin tekil olarak değil kümelenmiş halde kaplandıkları saptanmıştır. Bazı kümelenme boyutları çok yüksek olsa da yeterli miktarda uygun boyutta parçacık bulunduğu DLS ve SEM görüntüleri sonucunda görülmüştür. AuISY'lerin singlet oksijen üretimleri FDT'nin etkinliğinde önemli bir rol oynadığından karakterizasyon gerçekleştirilirken singlet oksijen üretim verimine de bakılmıştır. Aşağıda verilen denklem ile yapılan hesaplamalar sonucunda parçacıkların yeterli miktarda singlet oksijen ürettikleri görülmüştür.

$$\Phi('O_2)_{AuISY} = \Phi('O_2)_{MM} \cdot \frac{m^{AuISY}}{m^{MM}} \cdot \frac{F^{MM}}{F^{AuISY}}$$

$$\Phi('O_2)_{AuISY} = 0,0025$$

Gerçekleştirilen MTT testleri sonucunda parçacıkların laser etkileşimi olmadan da toksik oldukları saptanmıştır, toksisiteden bağımsız hücre canlılığı düşüşü gözlemlenmemiştir. Bağlayıcı molekül olarak kullanılan PEI'nin yüksek konsantrasyonlarda toksik olması sebebi ile bu durumun gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir. AuNP'lerin PEI ile gereğinden fazla kaplanmış olması ve ISY'nin PEI üzerini tam olarak kapatmamış olması PEI'nin hücre içerisinde toksik etki göstermesine sebebiyet verebilir. Bu sorunun üstesinden gelmek için moleküler ağırlığı daha düşük olan kısa zincirli PEI molekülleri tercih edilerek toksik etki azaltılabilir. Farklı bir bağlayıcı polimer kullanmakta alternatif bir çözüm olarak değerlendirilebilir. Bunun yanında Kuo ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada AuISY parçacıklarının anti epidermal büyüme faktörü ile konjugasyonunun yalnız AuISY'ye göre FDT etkinliğini artırdığı görülmüştür [22]. Kuo ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada FDT ve FTT'nin (Fototermal Terapi) sinerjik etkisinden de faydalanılmıştır. Bu çalışmada hedeflendirme molekülü kullanılmamış olması da FDT etkinliğinin artış göstermemesinde etkili olmuştur. Ayrıca bu çalışmada kullanılan laser güç yoğunluğu ve uygulama süresi fototermal etki görülmesi için yetersizdir. İleriki çalışmalarda güç yoğunluğu yükseltip uygulama süresi artırılarak parçacıkların FTT etkinliği test edilebilir.

Sonuç olarak bu çalışmada altın nanoparçacıklara yüklenmiş ISY'nin zata potansiyeli ve boyut ölçümleri gerçekleştirilerek karakterizasyonu tamamlanmış, MTT testleri ile FDT etkinliği araştırılmış ve parçacıkların toksik olduğu gözlemlenmiştir. Gelecek çalışmalarda toksisite sorununun çözülmesi ve hedeflendirme moleküllerinin kullanımı ile etkin bir FDT gerçekleştirilebilir.



## KAYNAKLAR

- [1] J. Moan, Q. Peng, "An outline of the history of PDT", in Photodynamic Therapy, European Society for Photobiology, 2003.
- [2] G. Palumbo, Photodynamic therapy and cancer: a brief sightseeing tour, *Expert Opin. Drug Deliv.* (2007) 4(2):131-148.
- [3] P. Agostinis, K. Berg, K.A. Cengel, T.H. Foster, A.W. Girotti, S.O. Gollnick, S.M. Hahn, M.R. Hamblin, A. Juzeniene, D. Kessel, M. Korbelik, J. Moan, P. Mroz, D. Nowis, J. Piette, B.C. Wilson, J. Golab, 2011. "Photodynamic therapy of cancer: An update", *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 61, (4), 250-281.
- [4] D. Nowis, M. Makowski, T. Stokłosa, M. Legat, T. Issat, J. Gołab, 2005. "Direct tumor damage mechanisms of photodynamic therapy", *Acta Biochim Pol.*, 52(2), 339-52.
- [5] R. Philip, A. Penzkofer, B. Baumler, R.M. Szeimies, C. Abels, "Absorption and fluorescence spectroscopic investigation of indocyanine green", *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 96 (1996) 137-148.
- [6] J.T. Alander, I. Kaartinen, A. Laakso, T. Patila, T. Spillmann, V.V. Tuchin, M. Venermo, P. Valisuo, "A Review of Indocyanine Green Fluorescent Imaging in Surgery", *International Journal of Biomedical Imaging* Volume 2012, Article ID 940585, 26 pages.
- [7] R. Weigand, F. Rotermund, A. Penzkofer, "Aggregation Dependent Absorption Reduction of Indocyanine Green", *J. Phys. Chem. A* 1997, 101, 7729-7734.
- [8] W. Holzer, M. Mauerer, A. Penzkofer, R.M. Szeimies, C. Abels, M. Landthaler, W. Baumler, "Photostability and thermal stability of indocyanine green", *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.* 47 (1998) 155-164.
- [9] S. Prahl, Optical Absorption of Indocyanine Green (ICG), Available at: <http://omlc.org/spectra/icg/>
- [10] E. Engel, R. Schraml, T. Maisch, K. Kobuch, B. König, R.M. Szeimies, J. Hillenkamp, W. Baumler, R. Vasold, "Light-Induced Decomposition of Indocyanine Green", *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, May 2008, Vol. 49, No. 5.
- [11] A. Kirchherr, A. Briel, K. Mader, "Stabilization of Indocyanine Green by Encapsulation within Micellar Systems", *Mol. Pharmaceutics* 6 (2) 2009:480-491
- [12] C. Abels, "Targeting of the vascular system of solid tumours by photodynamic therapy (PDT)", *Photochem. Photobiol. Sci.*, 2004, 3, 765 – 771.
- [13] "Biomedical Nanostructures", K.E. Gonsalves, C.R. Halberstadt, C.T. Laurencin, L.S. Nair, John Wiley&Sons, 2008.

- [14] "Nanotechnology in Drug Delivery", M.M. de Villiers, P. Aramwit, G.S. Kwon, Springer, 2008.
- [15] I. Elsayed, X. Huang, M. Elsayed. "Selective laser photo-thermal therapy of epithelial carcinoma using anti-EGFR antibody conjugated gold nanoparticles". *Cancer Letters*. 2006. 239(1): 129-135.
- [16] X. Huang, W. Qian, I. El-Sayed, M. El-Sayed. "The potential use of the enhanced nonlinear properties of gold nanospheres in photothermal cancer therapy". *Lasers Surg. Med.* 2007. 39(9): 747-753.
- [17] X. Huang, M. El-Sayed. "Gold nanoparticles: Optical properties and implementations in cancer diagnosis and photothermal therapy". *Journal of Advanced Research*. 2010. 1(1): 13-28. 10.1016/j.jare.2010.02.002.
- [18] I. El-Sayed, X. Huang, M. El-Sayed,. "Surface Plasmon Resonance Scattering and Absorption of anti-EGFR Antibody Conjugated Gold Nanoparticles in Cancer Diagnostics: Applications in Oral Cancer". *Nano Letters*. 2005. 5(5): 829-834.
- [19] R. Fekrazad, N. Naghdi, H. Nokhbatolfoghahaei, H. Bagheri. "The Combination of Laser Therapy and Metal Nanoparticles in Cancer Treatment Originated From Epithelial Tissues: A Literature Review". *J Lasers Med Sci*. 2016. 7(2): 62-67.
- [20] V. Raji, J. Kumar, C. Rejiya, M. Vibin, V. Sheno, A. Abraham. "Selective photothermal efficiency of citrate capped gold nanoparticles for destruction of cancer cells". *Experimental Cell Research*. 2011. 317(14): 2052-2058.
- [21] S. Bhana, R. O'Connor, J. Johnson, J. Ziebarth, L. Henderson, X. Huang. "Photosensitizer-loaded gold nanorods for near infrared photodynamic and photothermal cancer therapy". *Journal of Colloid and Interface Science*. 2016. 469: 8-16.
- [22] W. Kuo, Y. Chang, K. Cho, K. Chiu, C. Lien, C. Yeh et al. "Gold nanomaterials conjugated with indocyanine green for dual-modality photodynamic and photothermal therapy". *Biomaterials*. 2012. 33(11): 3270-3278.

## CO GAS SENSING PROPERTIES OF $\text{In}_2\text{O}_3$ THIN FILMS SYNTHESIZED BY SILAR METHOD

**Banu HOROZ<sup>1\*</sup>, Sümeyra TUNA YILDIRIM<sup>2</sup>, Baktiyar SOLTABAYEV<sup>3</sup>,  
M. Ali YILDIRIM<sup>1</sup>, Aytunç ATEŞ<sup>4</sup>, Selim ACAR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Electrical and Electronic Engineering, Engineering Faculty, Erzincan Binali Yıldırım University,

<sup>2</sup>Department of Analytical Chemistry, Pharmacy Faculty, Erzincan Binali Yıldırım University,

<sup>3</sup>Department of Physics, Science Faculty, Gazi University,

<sup>4</sup>Department of Material Engineering, Engineering and Natural Sciences Faculty, Ankara Yıldırım Beyazıt  
University

### **ABSTRACT:**

$\text{In}_2\text{O}_3$  thin films were successfully synthesized on glass substrates by SILAR method at room temperature. The effect of SILAR cycle on the structural, morphological, compositional and CO gas sensing properties of the thin films were investigated by XRD, SEM, EDAX and gas measurement system, respectively. The XRD and SEM studies indicated that the thin films had polycrystalline nature with cubic phase of  $\text{In}_2\text{O}_3$  and the structural and morphological properties of the thin films depended on the SILAR cycle. CO gas sensing measurements were carried out as a function of temperature and gas concentrations. The sensing responses of the thin film sensors increased with operating temperature and reached to the maximum at 222 °C. The  $\text{In}_2\text{O}_3$  thin film sensors exhibited high sensing responses when exposed to CO gas concentration in the range of 1-100 ppm at operating temperature of 222 °C. At the optimal operating temperature (222 °C) and 50 ppm CO gas concentration, the sensing responses of  $\text{In}_2\text{O}_3$  thin film sensors with 20, 30, 40 and 50 SILAR cycle were calculated to be 47 %, 84 %, 74 % and 63 %, respectively. It was seen that the gas sensing properties of the thin film with 30 SILAR cycle were better than others.

**Keywords:**  $\text{In}_2\text{O}_3$ , Gas Sensor, SILAR, SILAR Cycle

## THE EFFECT OF SOME PHYSICAL VARIABLES IN COPPER FLOTATION

**Sevdanur OTARAN**

Konya Technical University

**Assoc. Prof. Dr. Vildan ÖNEN**

Konya Technical University

**Research Assistant Hasan Ali TANER**

Konya Technical University

### ABSTRACT

Flotation is one of the most important methods used to enrich low-grade and complex structured ores. Some problems occur in flotation of fine ores. One of these is mechanical entrainment. In flotation, it is undesirable as it results in the recovery of hydrophilic gangue particles which reduces the concentrate grade. In this study, the effects of clay amount, air flow rate and froth depth on copper flotation were investigated. In experimental studies; sodium silicate was used as the depressant, Aerophine 3418A as the collector and MIBC as the frother. Ore used in this study was taken from copper mine which is located in the southeastern Anatolia region Siirt Province. Montmorillonite as clay mineral (having a high swelling property and significantly effecting the viscosity of pulp) was used. As a result of experimental studies, it was observed that increased clay content decreased copper grade in the obtained concentrate and in turn increased yield. This is due to the increase in the amount of clay, is thought to be due to the transport of clay minerals by mechanical entrainment between the water and air bubbles. In addition, the increase in froth depth decreased the amount of fine grains carried into the concentrate between the bubbles. It was concluded that the increase in air flow rate caused the froth to increase the rate of leaving the cell and increased the amount of grain transported to the concentrate.

Keywords: air flow rate, chalcopyrite, clay, flotation, froth deep

## TS (ISO) 45001 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ STANDARTININ İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİNDE UYGULANABİLİRLİĞİ

Dr.Öğr.Üyesi Ruhi YEŞİLDAL\*  
Öğr.Gör.Selçuk SİNCAR\*\*

\*Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

\*\*Atatürk Üniversitesi Erzurum Meslek Yüksek Okulu Makine Bölümü

### ÖZET

Çalışanların yaptıkları işlere bağlı olarak yaşadıkları olumsuzluklar yüzyıllar öncesinden başlamış, özellikle çalışma süresinin uzunluğu, çalışma şartlarının olumsuzluğu, ortamın insan sağlığına olan etkisiyle iş kazası ve/veya meslek hastalığı şeklinde devam etmiştir. Buharın iş aracı olarak kullanımı sanayi devrimini, sanayi devrimi daha fazla işgücü ihtiyacını ortaya çıkarmış, insanlar günde 16 saat çalıştırılır hale gelmiştir. Bu çalışma temposuna yetersiz beslenme ve ortam şartlarının olumsuzluğu eklenince iş kazası ve meslek hastalığı artmış, insanlar çalışamaz hale gelmiştir. Sanayinin gelişimi batı Avrupa dan başladığı için iş sağlığı ile ilgili problemlerde bu ülkelerde başlamış, aynı zamanda çözüm için gerekli adımlarda buralarda atılmıştır. İş güvenliği ile ilgili ilk çalışmaların İngiltere de başladığı bilinmektedir. Ancak İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ile ilgili çalışmalar 20. Yüzyılın sonlarında başlayabilmiştir. Bu gelişmeler şöyledir; 1993 İngiliz Standartları Enstitüsü BS 8750 tarifnamesini geliştirmeye başlamış, 1996 BS 8800 kılavuzu yayımlanmış, 1996 ISO İSGYS çalışması başlamış, 1997 NPR 5001 kılavuzu yayımlanmış, 1999 İSGY çalışması hakkındaki ISO/TMB (Technical Management Board) kararları alınmış, Nisan-1999 OHSAS (Occupational Health and Safety Management System) 18001 yayımlanmış, Kasım-1999 OHSAS 18002 yayımlanmış, ISO 18001'in çıkarılmaması üzerine OHSAS komitesi 18001 kodunu kullanmamaya başlamıştır.

Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ise 9 Nisan 2001 tarihinde, OHSAS 18001'in Türkçe çevirisini, "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri-Şartlar" adı ve TS 18001 Doküman no ile standartlar listesine eklenmiştir. TS, 18001 standartlarını, 2001, 2004, 2005, 2008, 2014-2015 tarihlerinde, 18002 uygulama kılavuzlarını ise 2004 ve 2014 tarihlerinde revize ederek yayımlamıştır. Nisan 2018 TS 18001:2014 yerine TS ISO 45001 yayımlanmıştır.

Bir İş Sağlığı ve Güvenliği yönetim sisteminin iş yerlerinde uygulanmasının amacı, daha güvenli ve sağlıklı iş yerlerinin sağlanması ve çalışanların çalışırken olabilecek iş kazalarından ve meslek hastalıklarından korunması yani iş kazası ve meslek hastalığını önlemek için önleyici tedbirlerin alınması, devamında İş Sağlığı ve Güvenliği performansının sürekli olarak geliştirilmesini sağlamaktır. İş Sağlığı ve Güvenliği yönetim sistemi bir işletmenin yasal ve diğer şartları yerine getirmesine yardımcı olacaktır. TS (ISO) 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Standardı, diğer tüm ISO standartları gibi aynı yapıdadır. Bu haliyle, ISO standartlarından herhangi birinin bünyesine özellikle TS (ISO) 14001 Çevre Yönetim Sistemine entegre edilmiş bir organizasyonu olarak TS (ISO) 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Standardına çok kolay bir biçimde adapte edilebilecektir.

Yapılan çalışmada TS (ISO) 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Standardının neler getirdiği, İSG yönetim sisteminin şartları araştırılmış, eğitim kurumları ve araştırma merkezleri dahil olmak

üzere ülkemizdeki çalışma ortamlarında uygulanabilirliği tartışılmış, sorunlar ve çözüm önerileriyle ilgili bilgiler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: İş Sağlığı ve güvenliği, İSG yönetim sistemleri, Ohsas 18001, Ts 18001, TS ISO 45001

### **ABSTRACT**

The negativity of the employees due to their work started centuries ago, especially the length of the working time, the negativity of the working conditions, and the effect of the environment on human health, continued as work accident and / or occupational disease. The use of steam as a work tool has created the industrial revolution, the industrial revolution need for more labor, and the people have been working 16 hours a day. In addition to the inadequacy of poor working conditions and environmental conditions, occupational accidents and occupational diseases have increased and people have been unable to work. Since the development of industry started in western Europe, problems related to occupational health started in these countries, also the necessary steps for solution were taken here. It is known that the first studies on occupational safety started in England. However, studies on the Occupational Health and Safety Management System have started in the late 20th century. These developments are as follows; 1993 British Standards Institute started to develop BS 8750 specification, 1996 BS 8800 guide was published, 1996 ISO ISGYS study was started, 1997 NPR 5001 guide was published, ISO / TMB (Technical Management Board) decisions were taken on 1999 OHSAS, Occupational Health and Safety Management System published 18001, November-1999 OHSAS 18002 was published and ISO 18001 was not issued. The Turkish Standards Institute (TSE) was added to the standards of OHSAS 18001 on April 9, 2001 with the name, Occupational Health and Safety Management Systems-Terms OH and TS 18001 Document Number. It revised TS 18001 standards in 2001, 2004, 2005, 2008 and 2014-2015, and revised the TS 18002 implementation guidelines in 2004 and 2014. April 2018 TS 18001: 2014 instead of TS ISO 45001 was published.

The purpose of implementing an Occupational Health and Safety management system at workplaces is to provide safer and healthier workplaces and to ensure the continuous improvement of Occupational Health and Safety performance in the continuation of preventive measures to prevent occupational accidents and occupational diseases, ie to protect workers from work accidents and occupational diseases. The Occupational Health and Safety management system will help an enterprise meet legal and other requirements. TS (ISO) 45001 Occupational Health and Safety Standard is the same as all other ISO standards. It will adapt very easily to the TS (ISO) 45001 Occupational Health and Safety Standard as an organization integrated into the body of ISO standards, in particular TS (ISO) 14001 Environmental Management System.

In this study, the TS (ISO) 45001 Occupational Health and Safety Standard and the conditions of the OHS management system have been investigated and information about the applicability, problems and solution proposals in working environments in our country including educational institutions and research centers are presented.

Keywords: Occupational health and safety, OHS management systems, Ohsas 18001, Ts 18001, TS ISO 45001

## 1-GİRİŞ

Çalışma ortamlarında çalışanların sağlığını etkileyen birçok sebep vardır. Bu sebeplerden dolayı çalışanlar iş kazasına uğramakta ve meslek hastalıklarına yakalanmakta hatta bunların sonucu olarak sakat kalmaktadırlar. İş yerlerinde; çalışanların iş kazalarına maruz kalmamaları ve meslek hastalığına yakalanmamaları için iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları yapmak gereği duyulmuştur.

İş Sağlığı ve Güvenliğinde temel amaç çalışma ortamında çalışanların sağlığına zarar verebilecek tehlikelerin ve risklerin önceden tespit edilerek önlemlerin alınması, çalışanların rahat ve güvenli ortamda çalışmalarının sağlanabilmesi, bedensel ve ruhsal açıdan tam bir iyilik halinin sağlanması ve iyileştirilmesidir. Bu nedenle ülkemizde İş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemek veya en aza indirmek için 30 Haziran 2012 tarihinde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu resmi gazetede yayınlanmış ve 01.Ocak 2013 tarihinde 'de yürürlüğe girmiştir. Kanunların uygulanmasında ilgili kanuna dayalı uygulamaları hayata geçirmek için yönetmeliklere ihtiyaç olup, İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu devamında yönetmelik, yönerge ve tebliğler yayınlanmıştır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu ile çalışan sayısı ve işin çeşitliliği (kamu veya özel sektör) ayırt edilmeksizin tüm çalışma ortamının bu kanuna tabi olduğu, tüm iş yerlerinin iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinden yararlanacağı ve iş yerlerinin üç tehlike sınıfına ayrılarak tehlike sınıfına göre hizmet alması gerektiği zorunluluğu getirilmiştir.

Ayrıca İşyerleri İş Sağlığı ve Güvenliği konusunda oluşabilecek riskleri ve tehlikeleri tanımlamak ve yönetmek için OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Standardı esas alınarak çeşitli düzenlemeler yapılmaktaydı. Yalnız bu standart İş Sağlığı ve Güvenliği yönünden birçok konuyu içerse de bir ISO standardı olmadığı için yerine ISO standardı geliştirilmiş ve 2018 yılında **TS** (Türk Standartları Enstitüsü) (**ISO** International Standardization for Organization) **45001** İş Sağlığı ve Güvenliği Sistemleri standardı yayınlanmıştır [1].

Bir İş Sağlığı ve Güvenliği yönetim sisteminin iş yerlerinde uygulanmasının amacı, daha güvenli ve sağlıklı iş yerleri sağlanması ve çalışanların çalışırken olabilecek iş kazalarından ve meslek hastalıklarından korunması yani iş kazası ve meslek hastalığını önlemek için önleyici tedbirlerin alınması devamında İş Sağlığı ve Güvenliği performansını sürekli olarak geliştirilmesini sağlamaktır. İş Sağlığı ve Güvenliği yönetim sistemi bir işletmenin yasal ve diğer şartları yerine getirmesine yardımcı olacaktır.

TS (ISO) 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Standardı, diğer tüm ISO standartları gibi aynı yapıdadır. ISO standartlarından herhangi birinin bünyesine özellikle TS (ISO) 14001 Çevre Yönetim Sistemine entegre edilmiş bir organizasyonu olarak TS (ISO) 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Standardına çok kolay bir biçimde adapte olacaktır[1].

TS (ISO) 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği Standartı küçük işyerlerinde, İş Sağlığı ve Güvenliği ve çevre konularında yalnızca bir kişinin sorumlu tutulacağı imkânını sağlayacaktır.

## 2-ARAŞTIRMA VE BULGULAR

TSE ISO 45001 “Bir kuruluş çalışanlarının ve faaliyetlerinden etkilenmesi mümkün olan diğerlerinin iş sağlığı ve güvenliğinden sorumludur. Bu sorumluluk bu kişilerin bedensel ve zihinsel sağlıklarının desteklenmesi ve korunmasını da kapsar.” İfadesiyle başlamakta ve “Bir İSG yönetim sisteminin uygulamaya konulmasındaki amaç, kuruluşun güvenli ve sağlıklı iş yerleri sağlmasına imkân vermesi, çalışmaya bağlı yaralanma ve hastalıkların engellenmesi ve İSG performansının sürekli olarak geliştirilmesidir.” şeklinde devam etmektedir. Ulusal ve uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliğiyle ilgili yasalar bu standartları esas alan düzenlemeler temelinde şekillendirilmişlerdir. O halde çalışan istihdam eden kamu ve özel tüm kuruluşlar, yaptıkları işten etkilenen herkese ve her şeye karşı sorumludurlar. Buradaki *diğerleri* ifadesi sadece insanları değil, diğer canlıları ve tüm çevreyi içine almaktadır. Çağdaş İSG şartları da bunu gerektirmektedir. Zira İş Sağlığı ve Güvenliğinin sadece çalışanı değil, çalışanın tüm çevresini içine aldığı bilinen bir gerçektir[1].

Diğer taraftan bir İSG yönetim sisteminin kuruluş gayesi, yapılan işten etkilenme ihtimali olan herkesi ve her şeyi etkilenmeden korumaktır. Bunu sağlamanın yolu da kurulan İSG yönetim sisteminin gayesinin güvenli ve sağlıklı işyerleri oluşturmak ve bunu sürekli iyileştirmek şeklinde olmalıdır.

ISO (Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu) tarafından ISO 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği yönetim sistemi standardı Mart 2018'de yayınlandı. Bu standart, ISO PC /283 Proje Komitesi tarafından oluşturulmuştur.

ISO 9001:2015 Kalite ve ISO 14001:2015 Çevre yönetim sistemi standartları yapısı (Annex SL) bu standart için de geçerlidir. Bu ortak yapı, söz konusu sistemlerin entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır.

Kuruluşlar, çalışanlarının ve kendi kontrolü altında çalışanların fiziksel ve ruhsal sağlığını korumaktan, bunun için sağlıklı ve güvenli çalışma ortamlarını sağlamaktan sorumludur.

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) birçok ülkede yasal düzenlemeler ile kurallara bağlanmış bir konudur. Yasal düzenlemeler asgari gereklilikleri belirlemektedir. Ancak İSG kültürünün oluşturulması, İSG performansını geliştirilmesi ve proaktif yaklaşımla risklerin yönetilmesi için yönetim sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

İş Sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin amacı, işyeri kaynaklı yaralanma ve hastalıkları önlemek için sağlıklı ve güvenli çalışma ortamlarının sağlanması, etkin önlemler ile tehlikeleri ortadan kaldırmak ve bunun mümkün olmadığı durumlarda riskleri azaltmaktır. İSG yönetim sistemi, kuruluşlara yasal düzenlemelere uymanın ötesinde, İSG risklerini yönetme ve İSG performanslarını geliştirme imkanı verir.

### 2.1 TS ISO 45001 E GÖRE BİR İSG YÖNETİM SİSTEMİ

#### 2.1.1 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİ TARİHÇESİ

Çalışanların sağlığı ile ilgili çalışmalar yüzyıllar önce başlamış fakat bunun bir yönetim sistemi bağlamında ele alınması yirminci yüzyılın sonlarında gerçekleştirilebilmiştir. Diğer



teknik gelişmelerde olduğu gibi Batı Avrupa ülkeleri özellikle İş Sağlığında öncü rolüyle bilinen İngiltere İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sisteminin ilk temellerini 20. Yüzyılın sonlarında atmaya başlamışlardır. Bu gelişmelerin kısa özeti şöyledir[2];

1993 İngiliz Standartları Enstitüsü, BS 8750 tarifnamesini geliştirmeye başladı,

1996 BS 8800 kılavuzu yayımlandı,

1996 ISO İSGYS çalışması başladı,

1997 NPR 5001 kılavuzu yayımlandı,

1999 İSGY çalışması hakkındaki ISO/TMB (Technical Management Board) kararları alındı,

Nisan-1999 OHSAS (Occupational Health and Safety Management System )18001 yayımlandı,

Kasım-1999 OHSAS 18002 yayımlandı, (18002, kuruluşlarda sistemin nasıl uygulanacağını anlatan destek dokümandır) ISO 18001'in çıkarılmaması üzerine OHSAS komitesi 18001 kodunu kullanamaya başlamıştır.

Nisan 2001 Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ise 9 Nisan 2001 tarihinde, OHSAS 18001'in Türkçe çevirisini, "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri-Şartlar" adı ve TS 18001 Doküman no ile standartlar listesine eklenmiştir. Bu standartta Türkçe kapsam için "Bu standart, kuruluşun iş sağlığı ve güvenliği risklerini kontrol etmesi ve performansı geliştirmesini sağlamak için işçi sağlığı güvenliği, yönetim sistemi şartlarını kapsar." Demektedir[3].

TS 18001 standartlarını, 2001, 2004, 2005, 2008, 2014-2015 tarihlerinde, TS 18002 uygulama kılavuzlarını ise 2004 ve 2014 tarihlerinde revize ederek yayımlamıştır.

Nisan 2018 TS 18001:2014 yerine TS ISO 45001 yayımlanmıştır.

### **2.1.2 BAŞARILI BİR İSG YÖNETİM SİSTEMİNİN ŞARTLARI**

Uygulanan İSG yönetim sisteminin başarısı, üst yönetimin liderliğinde tüm işlev ve kademelerde benimsenmesine, uygulanmasına ve katılıma bağlıdır. Bir işletmenin İSG yönetim sistemi uygulayarak hedeflenen İSG sonuçlarına ulaşılması aşağıdaki faktörlere bağlıdır[1,2,3,4,5]:

- a) Üst yönetimin sorumluluğu üstlenmesi:
- b) Üst yönetimin liderliği ve taahhüdü,
- c) İSG Politikası ve bu politikayı destekleyen İSG hedefleri,
- d) İSG kültürünün desteklenmesi,
- e) Çalışanlara danışma ve katılımın sağlanması, iletişim,
- f) İhtiyaç duyulan kaynakların sağlanması,
- g) Tehlikelerin belirlenmesi ve İSG risklerinin kontrolü ve İSG fırsatlarının değerlendirilmesi,
- h) İSG performansını geliştirmek için İSG yönetim sisteminin sürekli değerlendirilmesi ve izlenmesi

- i) İSG Yönetim sisteminin diğer iş süreçleri ile entegrasyonu,
- j) Yasal ve diğer gerekliliklere uyum.

Bir kuruluşun mevcut durumlarını analiz ederek, kurulun yapısına ve işleyişine uygun, kuruluşa özgün sistemler kurulabilir. Bunun için;

### **1) Mevcut durumun tespiti;**

Mevcut durum tespitinde, ele alınan kuruluşun İSG yönetim sisteminin kapsamı, mevcut İSG uygulamaları, yasal gereklilikler ve mevcut durum arasındaki uyum/uyumsuzluk, mevcut İSG performansı değerlendirilir.

### **2) İSG yönetim sistemi Proje Planı;**

İSG yönetim sistemini organize edecek takımın ve bu takıma destek verecek diğer birimlerinin zaman ve gücünü en etkin şekilde kullanabilmesi için ele alınacak konuların ve sorumluların belirlenmesi ve bunun iş/zaman çizelgesine dökülmesi aşamasıdır. Bu plan, proje sürdürülürken izlenir, zaman zaman gözden geçirilir ve gerekiyorsa güncellenir.

### **3) Ekip Eğitimi;**

ISO 45001 İSG yönetim sistem standardının şartları öncelikle seçilen proje ekibine ve liderlere anlatılır. Ekip Eğitimi, yetki ve sorumluluklara uygun detay ve içerikte oluşturulur.

### **4) İSG yönetim sisteminin kurulması;**

Üst yönetimin liderliğinde İSG yönetim sistemi kurulması çalışmalarında görev alacak çalışma ekipleri oluşturulur. Ekiplerin sayısı ve ekip seçimi kuruluşların büyüklüğüne göre değişebilir. Ekipler ile bağlam, kurumsal İSG riskleri ve fırsatları belirlenir. İş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi ile birlikte yasal ve diğer şartlara uygunluk değerlendirilir. Kuruluş içinde mevcut ve planlanan süreçler için risk değerlendirme ekibi tarafından tehlike tanımlama ve risk değerlendirme çalışmaları yapılır. Kurumsal risk ve fırsatları ele alacak faaliyetler planlanır, tehlike tanımlama ve risk değerlendirmesi sonucu yüksek çıkan riskler için faaliyetler planlanır. Üst yönetimin liderliğinde İSG hedefleri belirlenir, bu hedefleri gerçekleştirmeye yönelik planlama yapılır. İSG risklerinin kontrol altında tutulmasına yönelik operasyonel süreçler, prosedürler, talimatlar vb dokümanlar oluşturulur ve uygulamaya alınır. Aynı zamanda, yetkinlikler, eğitim ihtiyaçları belirlenir ve giderilmesine yönelik çalışmalar planlanır. Çalışanlara danışma, katılımlarının sağlanmasına yönelik yöntemler geliştirilir. İletişim matrisi oluşturulur. Muhtemel acil durumlar ve bu durumlarda yapılması gereken uygulamalar tespit edilir. İzleme, ölçme, analiz ve değerlendirme yöntemleri belirlenir. Düzeltici faaliyet sistematığı oluşturulur. Sürekli iyileştirmenin sağlanmasına yönelik metod ve yöntemler geliştirilir.

### **5) İç tetkiklerin yapılması;**

İSG yönetim sisteminin kurulması tamamlandığında yayınlanır ve işletmeye alınır. Yönetim sistemi bir süre çalıştırdıktan sonra sistemin planlandığı gibi çalışıp çalışmadığının, birbirleri ile uyumunun, etkinliğinin kontrol edildiği iç tetkikler yapılır. Burada tespit edilen uygunsuzluklar/ gelişmeye açık alanlar bir plan dahilinde ele alınarak giderilir.

## 6) Gözden geçirme;

Üst yönetimin İSG yönetim sisteminin yeterliliğini, uygunluğunu ve etkinliğini değerlendirmesine yönelik metod geliştirilir. ISO 45001 İSG yönetim sistemi standardının girdilerini sağlayacak şekilde gözden geçirmenin yapılması ve kararların alınması sağlanır.

## 7) Belgelendirme süreci:

Belgelendirme kuruluşunun yapacağı ön denetim ve belgelendirme denetimlerinde tespit edilmesi durumunda bulguların kapatılması için danışmanlık desteği sürdürülür.

TSE (ISO) 45001 dokümanlarına uygun bir İSG yönetim sistemi kurmak işyerlerine İSG risklerini yönetmek ve İSG performansını geliştirmek imkânını verir. Ayrıca bu şekilde kurulan bir İSG yönetim sistemi bir işyerine mevcut yasalara uygun bir konum da kazandırır.

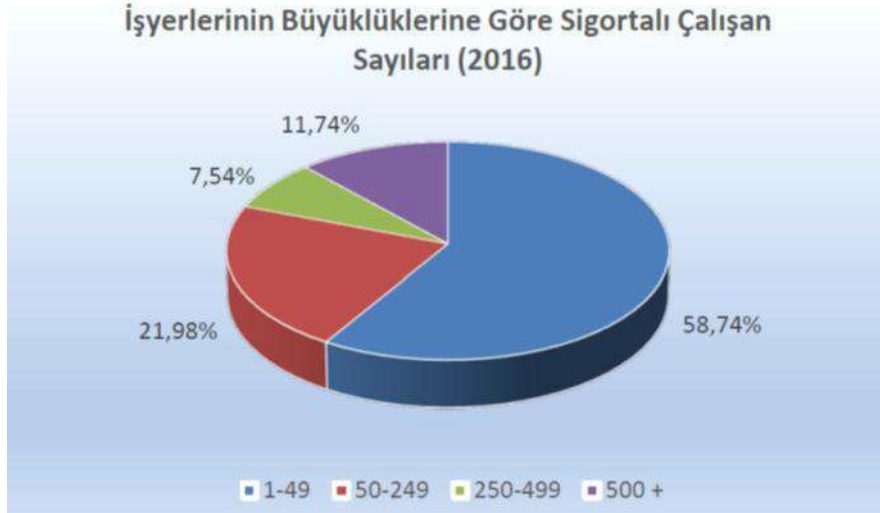
Üst yönetim, İSG yönetim sistemi kurmak için işyerinin büyüklüğünü, yapılan işi ve tehlike sınıfını dikkate alarak ekip/ekipler oluşturur. Hedefler belirlenir. İşveren. İş güvenliği uzmanı ve işyeri hekimi yasal ve diğer şartları göz önüne alarak bir uygunluk değerlendirmesi yapar. Bu değerlendirme içinde tüm süreçler için tehlikeleri tanımlama ve risk değerlendirmesi de vardır. Kurumsal risk ve fırsatlar planlanır, tanımlanan tehlikelere göre risk değerlendirmesi sonucu yüksek çıkan riskler için yapılacaklar planlanır. İSG hedefleri belirlenir, bu hedefleri ulaşmak için plan yapılır. İSG risklerinin kontrol altında tutulması için gerekli faaliyet süreçleri, prosedürler ve talimatları içeren dokümanlar hazırlanır ve uygulamaya alınır. Çalışanların katılımını sağlama ve gerekli eğitimler için planlamalar yapılır. Gerekli iletişim önlemleri alınır ve tüm çalışanların erişimine açık hale getirilir. Bu esnada acil durum planları hazır hale getirilir. Süreci İzleme, ölçme, analiz ve değerlendirme yöntemleri belirlenir. Sürekli iyileştirmeyi de içine alan bir faaliyet planı hazırlanır ve uygulamaya konur[6,7,8].

## 2.2 ÇALIŞMA HAYATI İLE İLGİLİ BAZI BİLGİLER

6331 sayılı İş Sağlığı Güvenliği Kanunu'na göre işyerleri, Az Tehlikeli, Tehlikeli ve Çok Tehlikeli olarak üç grupta toplanmıştır[8].

2015 yılı rakamlarına göre;

Az tehlikeli sınıfta yer alan iş yerlerinde 4 milyon 745 bin, Tehlikeli sınıfta yer alan iş yerlerinde 4 milyon 420 bin, Çok tehlikeli sınıfta yer alan iş yerlerinde ise 3 milyon 319 bin işçi istihdam edilmektedir. 2017 yılı itibari ile bu rakama 3 milyon civarında kamu çalışanı eklenecektir[2].



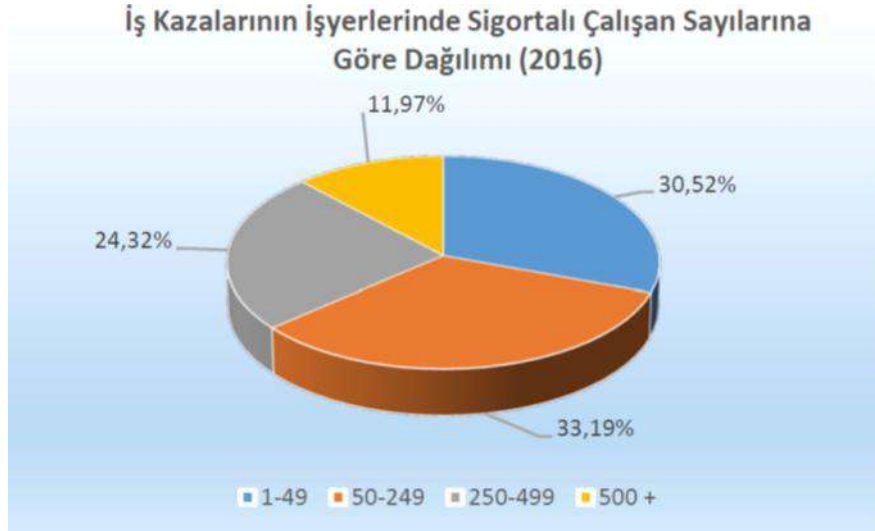
Şekil 1 Türkiye de çalışan sayılarının oranı



Şekil 2 Türkiye de işyeri oranları

Ülkemizde küçük işletmelerin toplam çalışan sayısına oranı büyüktür, yani çalışanlarımızın büyük çoğunluğu 1-49 işçi çalıştıran işletmelerden oluşmaktadır Şekil 1. 6331 sayılı yasanın uygulamalarında 1-49 çalışan sayısı ilk gruptur ve bir kısım uygulamalar örneğin İSG kurulu oluşturma zorunluluğu bu grupta yoktur.

İşyeri büyüklükleri oranında durum daha açıktır. Türkiye deki işyerlerinin %97.99 u 1-49 işçi çalıştıran gruptadır Şekil 2. Çalışan sayıları ile iş kazası ilişkisinde çalışan sayılarının az olduğu gruplarda kaza oranının fazlalığı bilinmektedir. Şekil 3 incelendiğinde çalışan sayısı azaldıkça iş kazası oranının arttığı görülmektedir. Şekil 3 de 500 ve daha fazla işçi çalıştıran işletmelerin iş kazası oranının en düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 3 Türkiye de iş kazası-çalışan sayısı oranı

### 2.3 İŞ GÜVENLİĞİ UZMANI GÖZÜYLE DURUM TESPİTİ:

ILO ve ÇSGB tarafından yapılan ve 2017 Temmuz ayında yayımlanan, “İş Güvenliği Uzmanlarının Görev ve Sorumluluklarının Yürütülmesi ile ilgili Araştırma” İş Güvenliği Uzmanlarının konuyu nasıl gördükleri açısından önemlidir. Zira sahada en ön planda bulunanlar İSG uzmanlarıdır. Bununla ilgili bazı örnekler aşağıdadır[2];

#### 2.3.1 EĞİTİM BİLGİLERİ

Katılımcıların yaklaşık beşte biri (% 22) İSG eğitimlerinin yeterliliği konusunda memnunken, % 34'ü eğitimlerin yetersiz olduğunu ifade etmektedir. Yaş, cinsiyet ve bölge değişkenlerine göre sadece yaş bu konuda anlamlı sonuçlar vermektedir.

Daha yaşlı katılımcıların büyük bir bölümü (% 40) eğitim içeriğini yeterli bulurken, 25 ile 29 yaş arasındaki iş güvenliği uzmanlarının sadece % 18'i eğitim içeriğinden memnun kalmıştır. Bu, daha genç olan iş güvenliği uzmanlarının daha yaşlı olanlara kıyasla eğitimden daha büyük beklentilere sahip olduğu anlamına gelebilir. Ayrıca, daha genç olan iş güvenliği uzmanları, görevlerini doğru bir şekilde yerine getirebilmek için ihtiyaç duydukları eğitimin içeriği hakkında daha bilinçli olabilirler.

#### 2.3.2 EĞİTİCİLER

Eğiticilerin bilgi seviyeleri ile ilgili olarak, iş güvenliği uzmanlarının neredeyse yarısı (% 48) ne yeterli ne yetersiz olduğunu belirtmişken, üçte biri (% 29) ise yeterli olduğunu düşünmektedir. Süresi açısından, iş güvenliği uzmanlarının çoğu (% 59), eğitim programlarını kısa olarak değerlendirmektedir. Buradaki eğiticilerden kasıt İSG uzmanlığı eğitim kurumlarında eğitim ile ilgilenen eğiticilerdir.

#### 2.3.3 MESLEĞE VE MEVZUATA BAKIŞ

Katılımcıların % 80'i iş güvenliği uzmanlarının görev ve sorumluluklarını "işyerinde rehberlik ve danışmanlık yapmak" olarak tanımlamaktadır. Katılımcıların çoğu görev ve sorumlulukları

bakımından bütüncül bir algıya sahiptir. Mesleğin olumsuz bulunan yönleri sorulduğunda sırasıyla

konuyla ilgili tarafların ilgisizliği, mevzuatın uygulanmasında yaşanan zorluklar, mesleki bağımsızlığın zayıf olması ya da olmaması, ücretlerin yetersizliği, yargı sürecinde yaşanan zorluklar, iş güvencesinin olmaması ve stresli çalışma ortamı sayılmaktadır.

### 2.3.4 BU MESLEĞİN SOSYAL BASKILARA AÇIK OLMASI

Bu durum en az belirtilen olumsuz yön olmuştur. Mesleğin olumlu yönleri açısından, iş güvenliği uzmanlarının yarısından fazlası *toplumsal sorumluluğu yerine getirmekten dolayı manevi tatmin sağlaması* şeklinde görüş belirtmiştir. Katılımcıların çok küçük bir kısmı olumlu yönler arasında *toplumsal statüsünün yüksek olması* ve *maddi açıdan tatmin edici olması* şeklinde görüş bildirmişlerdir.

### 2.3.5 MESLEKİ BAĞIMSIZLIK ALGISI

İş güvenliği uzmanlarının mesleki bağımsızlıklarını nasıl algıladıklarını anlamak için, katılımcılardan bir dizi farklı faktör seçmeleri istenmiştir. Her katılımcı birden fazla faktör seçebilmektedir ve yüzdeler yanıt veren tüm katılımcıların yüzdesini ifade etmektedir.

#### 2.3.5.1 EN ÖNEMLİ ETKEN

*İşverenle olan ilişkide mesleğimle ilgili konularda yaptırım gücümün olması* olarak belirtilirken, *Çalışma saatlerinin esnekliği* en az önemli etken olarak göze çarpmaktadır. Katılımcıların 53%'ü kararları verirken en etkili olan grubun işverenler, 45%'i ise bunun çalışanlar olduğunu düşünmektedir. Katılımcıların 59%'u mesleki bağımsızlık için *ücretin işveren dışı kaynaklardan ödenmesi* olduğunu belirtirken, % 33'ü ise *İşle ilgili teknik değerlendirmelerime ve kararlarım müdahale edilmemesi* şeklinde görüş bildirmektedir. Ekonomik ve karar almadaki bağımsızlık en önemli sorunlar olarak göze çarpmaktadır. Katılımcıların toplam 64%'ü kendilerini ya tamamen bağımlı ya da bağımlı olarak nitelendirmektedir. Daha detaya inildiğinde, iş güvenliği uzmanlarının 90%'ı ücretlerini işverenden almalarının çalışmalarını olumsuz yönde etkilediği görüşünü savunmakta olduğu görülmektedir. Katılımcıların 67%'si ekonomik bağımsızlığın sağlanması için ücretlerinin devlet tarafından ödenmesi gerektiğini düşünürken, bunun ortak bir fondan yapılması gerektiğine inananların oranı %33'tür.

## 2.4 EĞİTİM KURUMLARI

İçinde bulunduğumuz eğitim kurumu olarak Üniversiteleri ele alırsak, çalışma hayatındaki risklerin önemli bir bölümü üniversitelerde bulunmaktadır. Mühendislik Fakültelerinde bulunan laboratuvarlar yapılan deneyin cinsine göre çeşitli tehlikeleri içermektedir. Çalışan makinelerin oluşturabileceği tehlikeler, çeşitli kimyasalların kullanıldığı laboratuvarlardaki kimyasal tehlikeler, çoğunlukla bir deney esnasında yalnız çalışan araştırma görevlilerinin maruz kalabileceği tehlikeler, temizlik faaliyetlerini yürüten elamanların maruz kaldığı riskler bunlardan bazılarıdır.

Uluslararası standartlara uygun bir İSG politikası yürütebilmek için kuruluşun bir İSG yönetim sistemi oluşturması elzemdir. Üniversitelerde böyle bir yapılanma için uygun belgesi olan yeteri kadar İSG uzmanının bulundurulması gerekir. Zira bir İSG yönetim sisteminin önemli ayaklarından biride İSG uzmanlarıdır.

Üniversitelerdeki İSG uygulamalarında dokümantasyonun önemi büyüktür. Zira Öğretim Üyesi, İdari personel ve öğrencilerin tamamının İSG dokümanını hazırlamak büyük bir iştir. Yasaların son uygulamaları özellikle de İSG uzmanı bulundurma zorunluluğunun ertelenmesi bu işi daha da zorlaştırmaktadır. Çözüm tam zamanlı İSG uzmanı bulundurma ve dokümantasyonu bu uzmanlar aracılığı ile yapmaktır.

### 3. SONUÇ

TS (ISO) 45001 İş Sağlığı ve Güvenliği alanında uluslararası kabullere göre hazırlanmış en son standartlardan biridir. Özellikle kuruluşların bir İSG yönetim sistemi kurmalarında olması gerekenleri ortaya koymuş ama ayrıntılara girmemiştir. Bu durum beklenen durumdur zira çalışma ortamındaki işlerin çeşitliliği dikkate alındığında İSG yönetim sistemini ayrıntılı verecek bir şablon ortaya koymak imkansızdır.

İşyeri büyüklüklerinin kuruluşun bir İSG yönetim sistemi oluşturmasındaki önemi büyüktür. Zira 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği yasası 50 çalışandan az işçi bulunan işyerlerine İSG kurulu zorunluluğu getirmemiştir. İSG kurulunun bulunmadığı bir kuruluşta iyi bir İSG yönetim sistemi oluşturmak çok zordur.

Eğitim kurumlarında özellikle de üniversitelerde TS ISO 45001 e uygun bir İSG yönetim sistemi oluşturulabilmesi yönetimin taahhüdü ve tüm birimlerin koordineli çalışmasına bağlıdır. Özellikle Fen Bilimleri alanında faaliyet gösteren eğitim kurumlarında, araştırma faaliyetlerinin İSG yönetim sisteminin yönlendirmesiyle yapılması esastır.

İSG nin en önemli ayaklarından biri İSG uzmanları olup, tüm birimlerde çalışan sayılarına uygun İSG uzmanı bulundurulmalı, bu konudaki yasal uygunluklar araştırılmalıdır.

Üniversitelerin tüm birimlerinde tehlike sınıfları işe uygun olarak belirlenmelidir.

Tek başına çalışma yapan görevliler için bir kontrol sistemi kurulmalıdır.

Üst yönetim sorumluluk almalı ve uygulamada öncü olmalıdır.

İş Sağlığı ve güvenliğinin temeli proaktif çözüm için iyi bir planlamadır. Gerekli görev dağılımı yapılarak çözüme ulaşılabilir. Zira çalışma ortamının şartlarını en iyi çalışanlar bilir. Çalışanların katılımıyla en iyi çözüme ulaşılacaktır.

### 4-KAYNAKLAR

[1]-TS ISO 45001

[2]-MMO İş Sağlığı ve Güvenliği oda raporu Mart 2018 Ankara yayın no MMM/689

[3]-OHSAS TS 18001

[4] -İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİNİN ÜNİVERSİTELERDE UYGULANABİLİRLİĞİ - İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ, Ayşegül Bayın Sarıahmetoğlu<sup>1</sup>, Yeşim Yılmaz<sup>1</sup>, Serpil Kurt<sup>2</sup> <sup>1</sup>Istanbul Teknik Üniversitesi İşyeri Sağlık ve Güvenlik Birimi, İstanbul <sup>2</sup>Istanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, İstanbul

[5]-Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 9. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Kongresi 6-9 Mayıs 2018 İstanbul

[6]-6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu

[7]- Altınok, T., 2001, ss.141

[8] 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası



## TÜRKİYE'DEKİ HAVA KİRLİLİĞİ VE SERA GAZI EMİSYON ENVANTERİNİN GRI TAHMİN YÖNTEMİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

Aslıhan CAVLI, Rumeysa DAĞSOY, Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILMAZ  
Erzurum Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Hava kirliliği ve buna bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma ve iklim değişikliği günümüz dünyasının en önemli problemlerinden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle nüfus artışı ve endüstrileşmenin çok hızlı olarak gerçekleşmesi sonucu enerji ihtiyacı da her geçen gün artmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanması için fosil tabanlı yakıtların kullanılması sonucu atmosfere salınan CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, F gazları, N<sub>2</sub>O gibi sera gazları miktarı tüm insanlığı tehdit eder hale gelmiştir. Türkiye'de 60 milyon kişi yılın yaklaşık üçte ikisinde ulusal sınır değerlerinin üstünde kirli hava solumaktadır. İstanbul, Ankara, İzmir, Adana gibi Türkiye'nin nüfus açısından en yoğun olan illeri aynı zamanda en kirli iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada hava kirliliğine sebep olan bu sera gazlarının 2026 yılına kadar olan artış miktarının tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Gelecek dönemki tahminlerin yapılabilmesi için Gri Tahmin Yöntemi(GTY) tercih edilmiştir. GTY gelecek dönemlerle ilgili tahmin çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Karmaşık, öngörülmesi mümkün olmayan ve tahmin edilmesi zor veri setlerinde geleceğe yönelik tahmin yapılmasında alternatif olarak kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında bahsi geçen sera gazlarına ait 2016 yılına kadar olan geçmiş veriler Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK) tarafından temin edilmiştir. Elde edilen bu veriler GTY yöntemi ile analiz edilmiş ve 2026 yılına kadar olan tahmin değerleri elde edilmiştir. Yapılan tahmin değerlerindeki hata miktarının hesaplanabilmesi için 2001 yılı referans yıl olarak seçilmiştir. 2001-2016 yılları arasındaki gerçek veriler ve tahmin değerleri analiz edilerek GTY yönteminin etkinliği gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Gri tahmin yöntemi, sera gazı, tahmin.*

### ABSTRACT

Air pollution and the resulting global warming and climate change is one of the most important problems of today's world. Especially population growth and as a result of rapid industrialization energy needs are increasing day by day. The amount of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, F gases, N<sub>2</sub>O as greenhouse gases emitted to the atmosphere as a result of the use of fossil based fuels to meet this need has become a threat to all humanity. In Turkey, 60 million people in two thirds of the year are breathing dirty air above the national limit values. Turkey's population of in terms intensive has as the most province Istanbul, Ankara, Izmir and Adana at the same time the most polluted provinces. In this study, it is aimed to estimate the amount of greenhouse gases increment that cause air pollution until 2026. In order to make the

predictions for the future, Grey Estimation Method (GEM) was preferred. GEM is a method that is frequently used in prediction studies for future periods. It is used to an alternative to predicting future in complex, unpredictable and difficult to predict data sets. The study aforementioned that by 2016 the greenhouse gases covered by previous data Turkey Statistical Institute (TSI) has been obtained by. These obtained data were analyzed by GEM method and estimated values until 2026 were obtained. To calculate the amount of error in the estimation values was selected as the reference year for 2001. The real data and estimation values between 2001-2016 were analyzed and the effectiveness of the GEM method was shown.

**Key Words:** *Grey prediction method, greenhouse gases, forecasting.*

## 1.GİRİŞ

Günümüzde en temel sorunlardan biri artış gösteren küresel ısınma ve iklim değişikliğidir, bununla birlikte dünya genelinde insanlığı tehdit altına almaktadır. 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro şehrinde Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma konferansı düzenlenmesi ile beraber bu konferansın hedefi küresel ölçekte çevre sorunları ile mücadele ve sürdürülebilirlik olgusu arasındaki bağları güçlendirmektir. Biyolojik Çeşitlilik, İklim Değişikliği ve Çölleşme ile Mücadele Rio sözleşmeleri olarak adlandırılmakta sürdürülebilir kalkınmanın kurumsal çerçevesini meydana getiren ana yapıtaşları arasında bulunmaktadır. BMİDÇS'ye taraf ülkeler mevcut Sözleşme'nin niteliğini güçlendirmek amacıyla, 1997 yılında Kyoto'da yapılan 3. Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiş olan Kyoto Protokolü, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir(T.C.). Taraflardan, emisyon azaltımı ya da kontrollü artış yükümlülüğü olan Sözleşme'nin Ek-I ülkeleri, Protokol'ün Ek-B listesini oluşturmaktadır. Sözleşme'de Ek-I'de yer alan ülkelerin sera gazı emisyonlarını, birinci taahhüt dönemi olan 2008–2012 yılları arasında hangi oranlarda azaltacakları KP'nin Ek-B'sinde tespit edilmiştir. KP'nin amacı, Ek-B Listesi'nde yer alan ülkelerin sera gazı emisyonlarının toplamının, 2008-2012 yılları arasındaki birinci taahhüt döneminde, 1990 yılındaki seviyenin % 5 altına çekmesidir. Bu genel amaca erişmek için protokolde yer alan ülkeler, müzakereler sonucunda farklı oranlarda sera gazı emisyon azaltımı/sınırlandırması gibi sorumlulukları üstlenmişlerdir. İklim politikalarının belirlenmesinde, 2007 yılında Bali'de gerçekleştirilen 13. Taraflar Konferansı sonucunda oluşturulan Bali Yol Haritası, önemli bir dönüm noktası olmuştur. 2009 yılında Kopenhag'da düzenlenen 15. Taraflar Konferansı'nda ikinci taahhüt dönemi için uzlaşamayan taraflar, 2012 yılında Doha'da düzenlenen 18. Taraflar Konferansı'nda uzlaşmaya vararak, Protokol'ün 2020 yılına kadar devam etmesi kararı almışlardır. Böylece, ikinci taahhüt dönemi 2013-2020 yılları olarak belirlenmiştir. Protokolün ikinci taahhüt dönemini oluşturan “Doha Değişikliği” ile ilk taahhüt döneminden farklı olarak, Ek-B listesinde bulunan tarafların emisyonlarını 2020 yılında 1990 yılına göre en az %18 azaltması kararlaştırılmıştır(Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi).

Türkiye hızla artan sera gazı emisyonları ile en hızlı büyümeye sahip OECD ekonomisidir. Türkiye'nin ekonomik büyümesi, 2008 yılından beri, hava emisyonları, enerji kullanımı, atık üretimi ve su tüketiminden nispeten ayrılmıştır. Ancak, Türkiye ekonomisinin kaynak yoğunluğunun yüksekliği ve fosil yakıtlara büyük orandaki bağımlılığı çevre üzerindeki baskıları mutlak olarak artırmaya devam edecektir. Ülkenin çevresel performansının iyileşmesi için düşük karbonlu döngüsel bir ekonomiye geçişte daha fazla ilerleme kaydedilmesi gerekmektedir. Bu Türkiye'nin üçüncü çevresel performans incelemesidir. Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi yönündeki ilerleme, iklim değişikliği ve kentsel atık su yönetimi özel alanları ile birlikte değerlendirilmektedir.

Literatür araştırması yapıldığında gri tahmin yöntemi kullanılarak yapılan birçok akademik çalışma olduğu görülür. Bununla birlikte var olan tahmin yöntemlerine göre daha güvenilir sonuçlar vermesi de gri tahmin yöntemini vazgeçilmez kılmış olup, özellikle son yıllarda gri tahmin yöntemi ile yapılan çalışmaların sayısı artmıştır. Bu bölümde gri tahmin yöntemi ile yapılan çalışmalara yer verilecektir. Chun- Hsiung Liao, Chin- Shan Lu, Po- Hsing Tseng çalışmasında 1998-2008 zaman aralığı için CO<sub>2</sub> emisyonları tahmin etmek ve bu emisyonların dağılımını tahmin etmeyi amaçlayan bir çalışma yapmıştır. I. J. Lu, Gri tahmin metodunu kullanarak 2007-2025 yılları arasındaki Tayvanda'ki motorlu kara taşıtı, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonunu tahmine yönelik uygulama yapmıştır. Hsu ve Chen (2003) yapay sinir ağları ve artık modifikasyonu yöntemi kullanarak geliştirmiş oldukları birinci dereceden gri tahmin modelini, Tayvan enerji talep tahmini konulu çalışmalarında uygulamışlardır. Bu çalışmadaki hata oranlarındaki düşüş ile daha etkili bir tahmin aracı ortaya koyduklarını göstermişlerdir.

Albert and Chi (2003) ise çalışmalarında Taguchi ve gri yöntemini birleştirerek elektrik talep tahmininde kullanıp, gri tahmin için optimal  $\alpha$  değeri hesaplamışlardır.

Chiou ve Tzeng (2001) yetersiz veri ve talep belirsizlikleri sebebiyle optimum yedek parça miktarını tahmin etmede geleneksel tahmin yöntemlerinin oldukça zor olduğunu göstermişler ve Tayvan Donanması için gerekli yedek parçası talebini Gri Tahmin modeli ile tahmin etmişlerdir.

Jie Xu ve Yuansheng Huand (2014) Çin'de kullanılan güç sistemlerinin 2020-2050 arası CO<sub>2</sub> emisyonlarını Gri-Markov modeli ile tahmin etmişlerdir. Böylece enerji sisteminin CO<sub>2</sub> emisyonlarını ulusal politika düzeyinde düşürmek ve optimize güç şebekesini oluşturmak için önerilerde bulunmuşlardır.

Jin ve Guo (2014) dünya kadınlarının pentatlon performansında gri tahmin modelini uygulamışlardır. 2001'den 2013'e kadar olan performansların en iyi performans olduğu sonucuna varmışlardır.

Taşçı ve Köse (2017) Türkiye'deki Keban Barajının tepesinde oluşan deformasyonu, çok değişkenli gri tahmin modellerini kullanarak belirlemişlerdir.

Sutthicaimethee ve Ariyasajjakorn (2017) imalat sektöründe sera gazı emisyonunun modellenmesini ve tahmin edilmesini analiz etmek amacıyla, ARIMAX modelini kullanarak Tayland'da önümüzdeki 10 yıl (2016-2025) ve 25 yıl (2016-2040) arası sera gazı emisyonlarını ve enerji tüketimini tahmin etmişlerdir.

Kai Li ve Tao Zhang (2018) ekonomide kritik bir rol alan elektrik tüketimini 2017'den 2021'e kadar geliştirilen gri tahmin modelini kullanarak tahmin etmişlerdir. Sonuç olarak Shangay'ın elektrik tüketiminin önümüzdeki beş yıl içinde istikrarlı bir şekilde arttığını gözlemlemişlerdir.

Başakın, Özger ve Ünal (2018) gri tahmin yöntemini kullanarak İstanbul su tüketiminin modellenmesini ve tahminini yapmışlardır. Gri Tahmin yönteminin sonuçları istatistiksel başarı kriterleri yardımıyla test edilmiş ve hidrolojide kullanımının mümkün olduğunu görmüşlerdir.

## 2. GRİ TAHMİN YÖNTEMİ (GT)

Gri tahmin, içeriğinde karmaşık, belirsiz, veri eksikliği olan sistemler için üretilmiş alternatif bir tahmin yöntemidir. Gri tahmin yöntemini diğer tekniklerden ayıran en önemli özelliği ise model oluşturmak için az sayıda veriye ihtiyaç duymasıdır ayrıca yüksek tahmin tutarlılığı gibi pek çok özelliği vardır. Kaynaklarda gri tahmin yöntemi, kullanarak pek çok çalışma bulunması, bu yöntemin gerçeklik payının yüksek olduğunu ve kolay çözüm uygulanabilirliği ile sıkça tercih edilen bir yöntem olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda bu yöntem aracılığı ile basit bir hesaplama çabasıyla gerek görülen tahmin modeli oluşmaktadır. Kümülatif üreten operatör (KÜO), tersine kümülatif operatörü (TKO), gri model (GM) olmak üzere gri tahminin üç ana yapıtaşını oluşturmaktadır. Bu çalışmada, birinci dereceden tek değişkenli gri modeli olan GM(1,1) modeli uygulanmıştır. Gri tahminin uygulama aşamaları aşağıda gösterilmektedir(Liu ve Lin, 2006).

**Aşama 1:** Orijinal zaman serisi örnek sayısı ile aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$\mathbf{x}^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n)) \quad (1)$$

KÜO operatörü, kaotik olarak devam eden monoton olarak artan;

$$x^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(n))$$

serisine çevirir.  $x^{(1)}$  aşağıdaki gibi elde edilir.

$$x^{(1)} = \sum_{i=1}^k X^0(i), \quad k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

**Aşama 2:** GM(1,1) modelini şekillendirmek ve katsayılarını bulmak amacıyla birinci dereceden diferansiyel denklemi uygulanır.

$$x^{(0)}(k) + az^1(k) = b \quad (k=2, \dots, n) \quad (3)$$

GM(1,1) modeli için şekillendirilmiş hal aşağıdaki gibi elde edilir.

$$z^{(1)}(k) = (0.5x^{(1)}(k) + 0.5x^{(1)}(k-1)) \quad k = 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

Denklem 3' de görüldüğü gibi GM(1,1) modelinde (-a) parametresi geliştirme katsayısı olarak b parametresi ise gri etki miktarı olarak tanımlanır. Modelde a katsayısı  $X_p(1)$  ve  $X_p(0)$ 'ın ilerleme durumlarını; b katsayısı arka fondaki değerlerden üretilmesinden dolayı veri setlerinde toplam değişkenlikleri göstermektedir(Özkara 2009).

$[a, b]^T$  dizi parametreleri aşağıda gösterilmiştir,

$$a, b^T = (B^T B)^{-1} B^T Y$$

Oluşturulan  $Y$  ve  $B$  matrisleri,

$$B = \begin{pmatrix} -z^1(2) & 1 \\ -z^1(3) & 1 \\ -z^1(4) & 1 \\ -z^1(5) & 1 \\ \vdots & 1 \\ -z^1(n) & 1 \end{pmatrix}, \quad Y = [X^0(2), X^0(3), \dots, X^0(n)]^T \quad (5)$$

**Aşama 3:** Tahmin edilen  $a$  ve  $b$  katsayıları, denklem x' deki diferansiyel denklemde yerlerine koyulur ve ulaşılan denklem ise gri tahmin denklemdir.

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[ x^{(1)}(0) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad (6)$$

$\hat{x}(k)$  x'in k zaman noktasındaki tahmini ifade eder aynı zamanda  $x^{(1)}(0)$ ,  $x^{(0)}(1)$  olarak alınır. Elde edilen bu denklem  $k + 1$  zaman(süre) için tahmin edilen x'in birikimli ifade edilmiş biçimidir.  $\hat{x}^{(1)}(k+1)$  üzerinde TKO operatörü kullanılarak  $\hat{x}^{(0)}(k) = \hat{x}^{(1)}(k) - \hat{x}^{(1)}(k-1)$  sonuçlara ulaşılır. Tahmin çalışmaları yapabilmek için GM(1,1)'de tüm veri setleri gereklidir. Eğer karmaşık ve belirsiz veriler söz konusuysa yalnızca son zamanlara ait verilerle çalışılması tahmin değerlerinin hata payları daha düşük olacaktır. GPRM, kontrolünde GT uygulanan bir yöntemdir. GT yönteminde,  $x^{(0)}(k+1)$  GM(1,1)'in  $k < n$  olduğu sürece  $x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(k))$  denkleminde çalışması ile tahmini yapılır. Ulaşılan sonuçla birlikte  $x^{(0)}(k+1)$  verinin sonuna ilave edilerek ve ayrıca eski veri, veri setinden çıkarılarak işleme devam edilir. Bir sonraki periyoda ait  $x^{(0)}(k+2)$  tahmin değeri  $x^{(0)} = (x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), x^{(0)}(4), \dots, x^{(0)}(k+1))$  uygulanarak sonuca ulaşılır.  $k = 4, 5, 6, \dots, n-1$  olduğunda  $k+1$  için  $k+1 \leq n$  olduğu sürece yüzde hata ortalamasının mutlak değeri aşağıdaki ifade ile tanımlanmıştır.

$$e(k+1) = abs \left( \frac{x^{(0)}(k+1) - \hat{x}^{(0)}(k+1)}{x^{(0)}(k+1)} \right) 100\%$$

GM(1,1)'in ortalama hatası aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

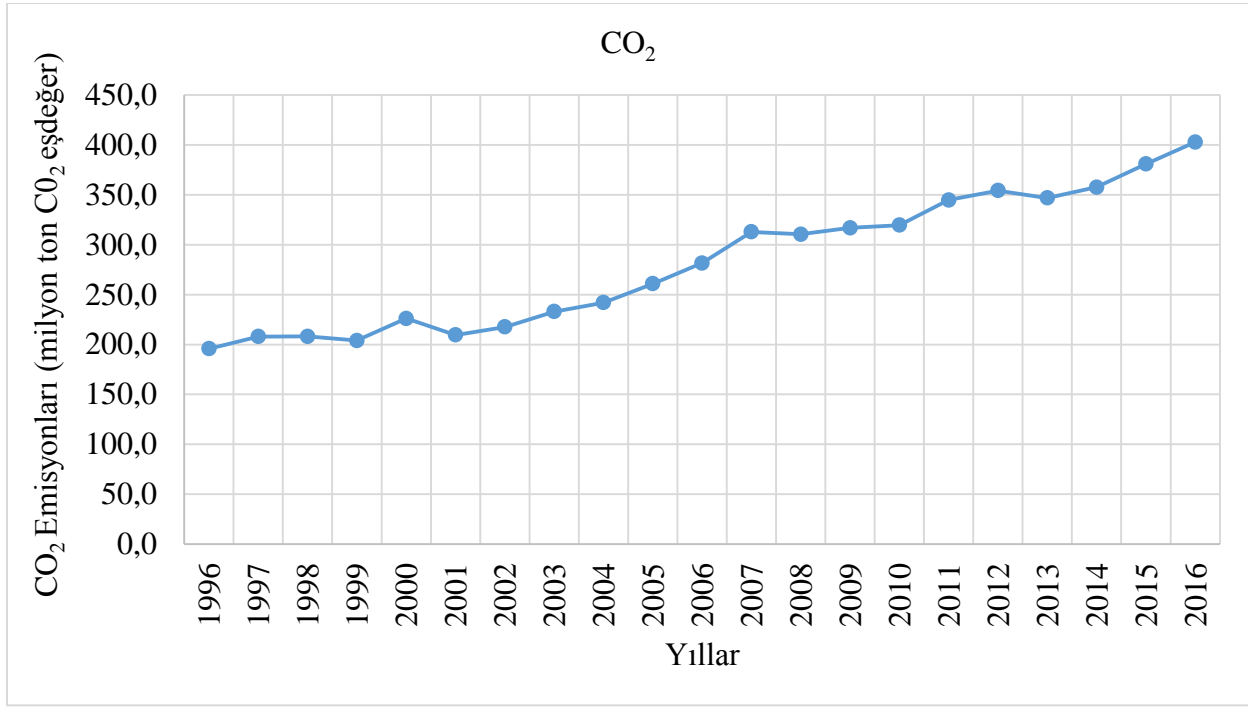
$$e = \frac{1}{n-4} \sum_{k=4}^{n-1} e(k+1) 100\%$$

### 3. TÜRKİYE İÇİN SERAGAZLARI EMİSYONUNUN GT YÖNTEMİ İLE TAHMİNİ

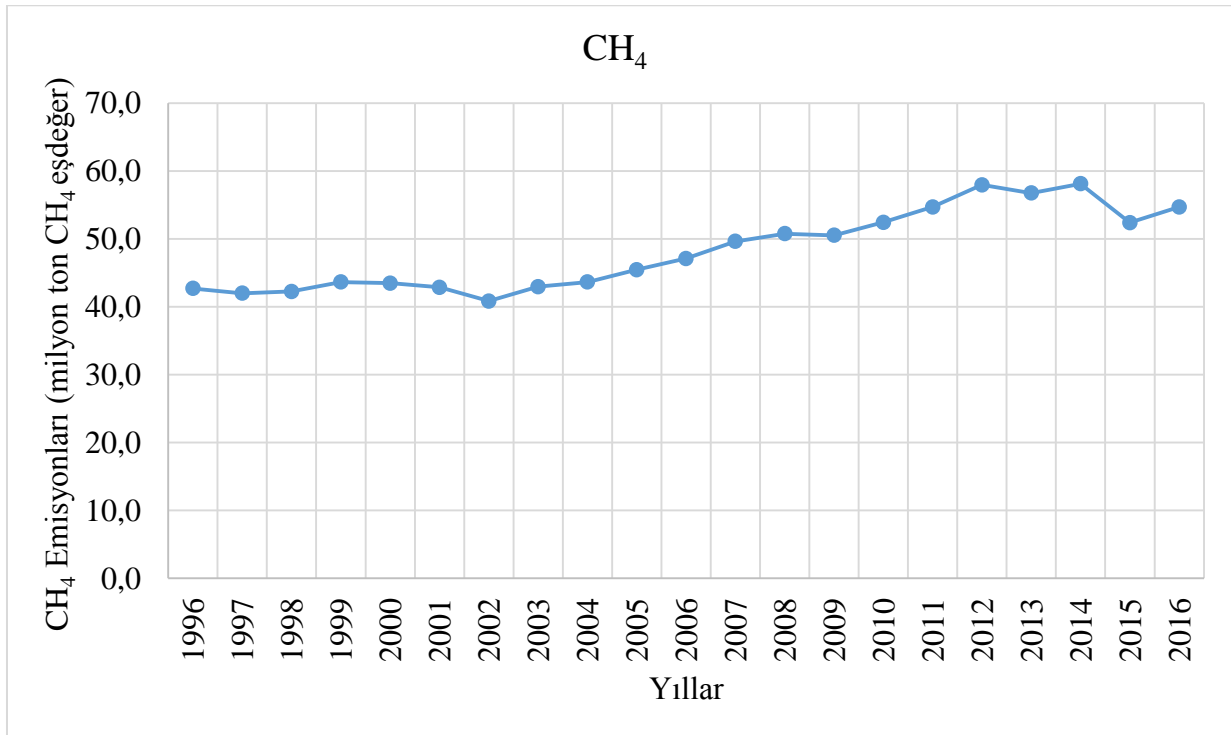
Yapılan bu çalışmanın amacı, GT metodu kullanılarak Türkiye'nin sera gazı emisyon değerlerinin 2016-2026 yılları arasında tahmini yapmaktır. Bu çalışma genelinde kullanılan tüm veriler Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK)'dan sağlanmıştır (TÜİK, 2018).

Aşağıdaki grafikte görüldüğü gibi sera gazı emisyon değerlerine yıllık olarak bakıldığında açık bir şekilde trend olduğu görülmektedir. Türkiye'de sanayinin hızla artışı, motorlu taşıtların kullanımı, ısınma nedeniyle fosil yakıtların kullanımı vb. sebeplerle birlikte enerji tüketiminin artması söz konusu olduğundan sera gazı emisyon verileri belirli bir trendle ilerlemektedir. Aşağıdaki grafikte görüldüğü üzere belli yıllarda verilerde düşüşler görülmektedir, ekonomik ve sosyal yapıdaki değişimlerin etkisi bu değişimlere sebep olmuştur. Veriler belirli bir trende sahip ancak belirsiz ve kaotik yapıda olduğu izlenimi görülmektedir. İşte bu nedenle, Türkiye'de sera gazlarının sağlıklı, yapılacak tahminin

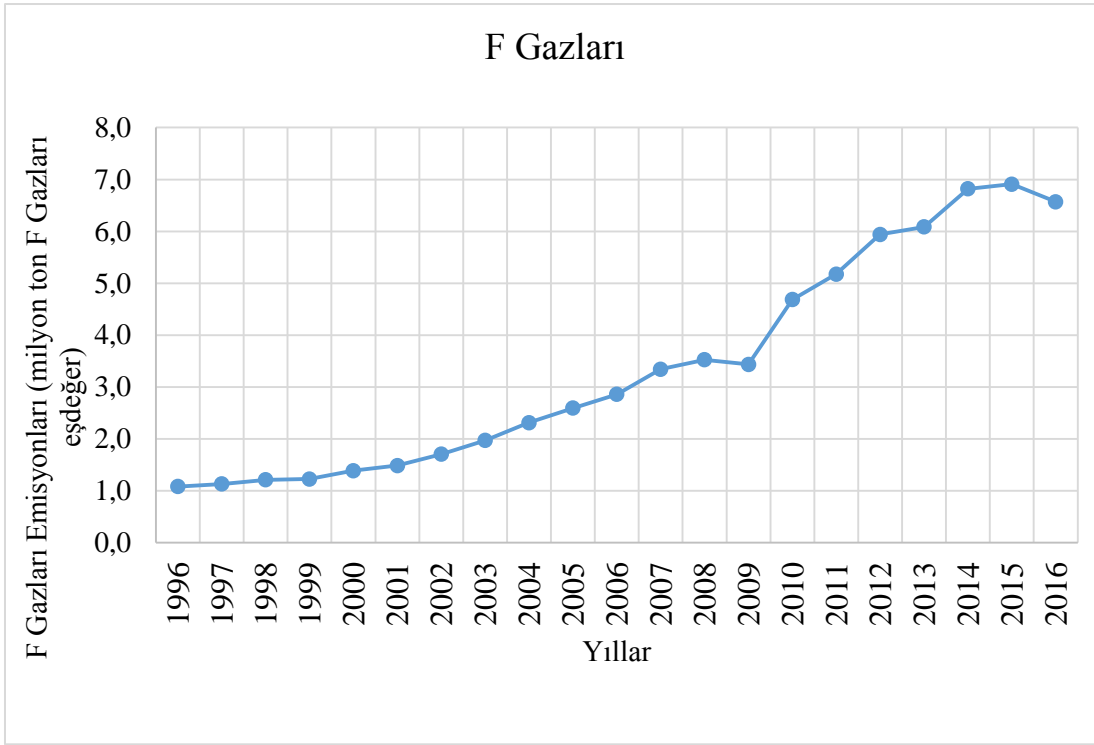
güvenirlilik seviyesinin %95 ve üzeri bir şekilde tahminini gerçekleştirmek için GT yöntemi tercih edilmiştir.



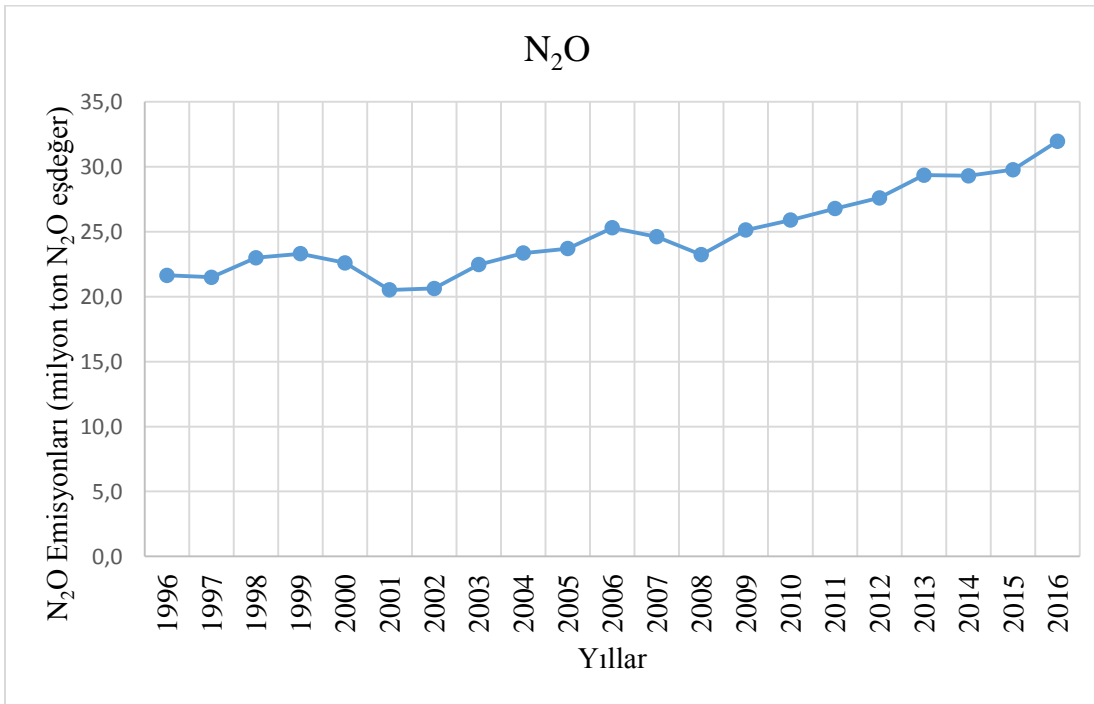
Şekil 1. Türkiye CO<sub>2</sub> emisyon değerleri (1996-2016)



Şekil 2. Türkiye CH<sub>4</sub> emisyon değerleri (1996-2016)



Şekil 3. Türkiye F gazları emisyon değerleri (1996-2016)



Şekil 4. Türkiye N<sub>2</sub>O emisyon değerleri (1996-2016)

GT metodunun birçok alanda kullanılması aynı zamanda ilk verilere göre son verilerden daha fazla etkilenmesi amacıyla k sayısı küçük alınmalıdır. İşte bu nedenle k+1 noktasının öngörüsü için k=4 olarak tercih edilmiştir. Tahmine 1996 yılından itibaren her bir dörderli veri alınarak beşinci verinin tahmini yapılmıştır. Örnek verildiğinde ise GM(1,1) metodu ile



2001 yılının sera gazı emisyon tahmini yapıldığı zaman kullanılan veriler 1996, 1997, 1998, 1999, 2000'dir. En son aşamada tahmin edilen değer ve gerçekleşen değer arasında kıyaslama yapılarak o döneme dair bir yüzde hata değeri elde edilmektedir. Çalışmada kullanılan dataların ortalama hatası aşağıdaki formülle hesap edilmektedir.

$$e = \frac{1}{21-4} \sum_4^{21-1} e(k+1)100\%$$

Çalışma içerisinde kullanılan veriler aşağıdaki çizelgelerde yer almaktadır. Aynı zamanda GT yöntemiyle kullanılmış olan datalar ile birlikte gerçekleşen datalara ait bir tahmin çalışması yapılmıştır. Yapılan tahmin çalışmasında elde edilen değerler ile gerçekleşen değerler karşılaştırılarak hata yüzdesi hesaplanmış olup bu yüzdeler çizelgelerde yer almaktadır.

Şekillerde görülmek üzere hesap edilen tahmin değerler ile gerçekleşen değerler arasında önemli derecede farkların olmaması, GT metodunun karmaşık, kaotik ve belirsiz veriler üzerinde ortalama hata payı yüzdesinin çok küçük olması başarılı bir şekilde tahminleme çalışması yapılabilirliğini göstermektedir. Örneğin, çizelge 1'e bakıldığında ortalama hata %5'in altında olduğu görülmektedir. Bu sebeple, CO<sub>2</sub> emisyonunun değerleri 1996-2016 dönemi arasında %100-% 4,589 = %95,411 oranla güvenilirlik seviyesine sahiptir. Yapılan çalışmada %95 güvenilirlik seviyesinin üstünde olması GT metodunun tahminleme çalışmalarında önemli bir yere sahip olduğu görülebilir.

**Tablo 1.** Gerçekleşen ve Tahmin Edilen CO<sub>2</sub> Emisyonları (milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri)

Yıllar	CO <sub>2</sub> Gerçekleşen Değer	CO <sub>2</sub> Tahmin Edilen Değer	Hata (%)
2001	209,5	224,51	7,149
2002	217,7	218,53	0,403
2003	233,0	220,45	5,369
2004	241,9	229,09	5,296
2005	260,9	255,00	2,259
2006	281,5	275,09	2,289
2007	312,9	298,50	4,588
2008	310,4	337,33	8,680
2009	316,8	338,27	6,788
2010	319,5	331,60	3,781
2011	344,7	321,55	6,726
2012	354,1	350,47	1,032
2013	346,8	369,63	6,589
2014	357,6	364,22	1,865

2015	380,9	358,65	5,831
2016	402,8	383,53	4,789
<b>Ortalama Hata (%)</b>			<b>4,589</b>

**Tablo 2.** Gerçekleşen ve Tahmin Edilen CH<sub>4</sub> Emisyonları (milyon ton CH<sub>4</sub> eşdeğeri)

Yıllar	CH <sub>4</sub> Gerçekleşen Değer	CH <sub>4</sub> Tahmin Edilen Değer	Hata (%)
2001	42,9	44,32	3,375
2002	40,8	43,49	6,487
2003	43,0	40,51	5,686
2004	43,7	41,63	4,619
2005	45,5	43,71	3,854
2006	47,1	46,98	0,301
2007	49,7	48,50	2,308
2008	50,8	51,61	1,664
2009	50,5	53,88	6,603
2010	52,5	52,39	0,131
2011	54,7	52,94	3,229
2012	58,0	55,68	3,943
2013	56,8	60,35	6,310
2014	58,1	59,58	2,500
2015	52,4	59,18	12,955
2016	54,7	52,63	3,808
<b>Ortalama Hata (%)</b>			<b>4,235</b>

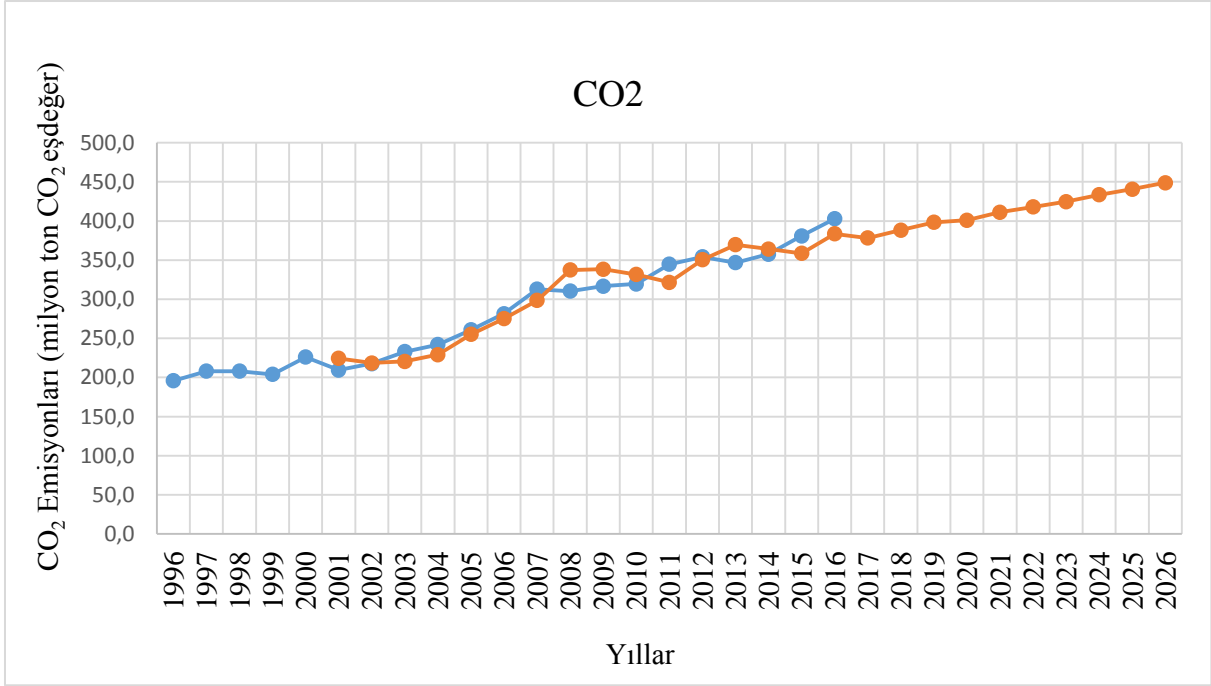
**Tablo 3.** Gerçekleşen ve Tahmin Edilen F-Gazları Emisyonları (milyon ton F-Gazları eşdeğeri)

Yıllar	F-gazları Gerçekleşen Değer	F-gazları Tahmin Edilen Değer	Hata (%)
2001	1,5	1,44	2,428
2002	1,7	1,58	6,772
2003	2,0	1,52	22,352
2004	2,3	2,19	5,178
2005	2,6	2,66	2,974
2006	2,9	3,00	5,141
2007	3,3	3,24	2,800
2008	3,5	3,73	5,904
2009	3,4	3,97	15,708

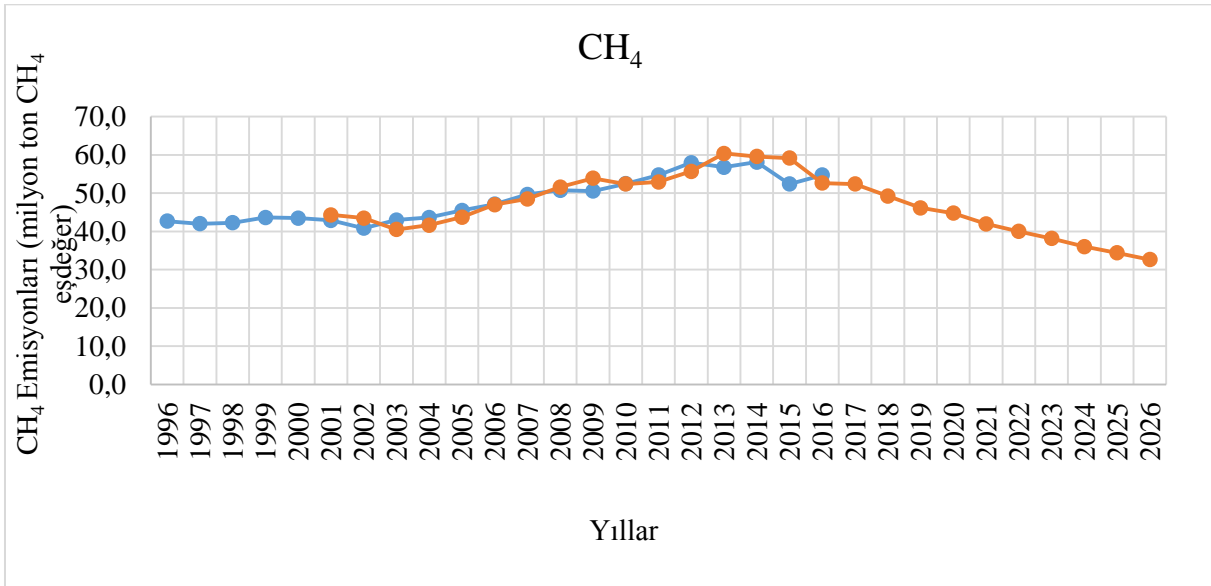
2010	4,7	3,77	19,317
2011	5,2	4,90	5,218
2012	5,9	6,01	1,248
2013	6,1	7,07	16,335
2014	6,8	6,79	0,317
2015	6,9	7,38	6,807
2016	6,6	7,4	12,662
<b>Ortalama Hata (%)</b>			<b>8,198</b>

**Tablo 4.** Gerçekleşen ve Tahmin Edilen N<sub>2</sub>O Emisyonları (milyon ton N<sub>2</sub>O eşdeğeri)

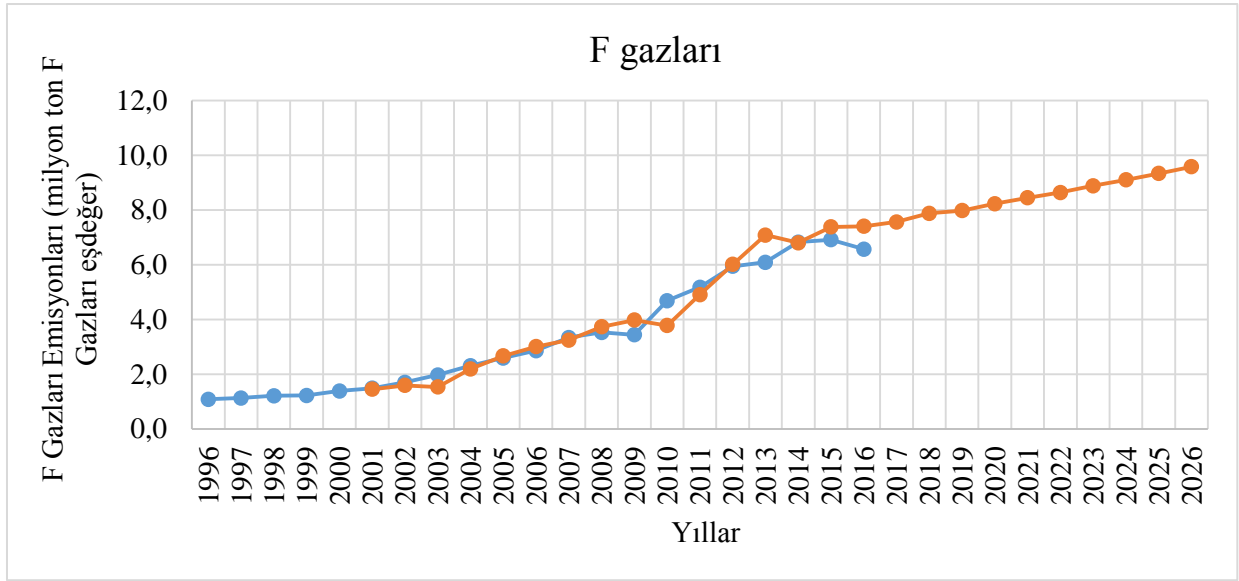
Yıllar	N <sub>2</sub> O Gerçekleşen Değer	N <sub>2</sub> O Tahmin Edilen Değer	Hata (%)
2001	20,5	23,493	14,541
2002	20,6	20,427	0,958
2003	22,5	19,327	13,936
2004	23,4	21,468	8,061
2005	23,7	24,462	3,228
2006	25,3	25,134	0,644
2007	24,6	26,01	5,720
2008	23,2	25,593	10,182
2009	25,1	23,697	5,659
2010	25,9	24,077	7,003
2011	26,8	26,205	2,132
2012	27,6	28,208	2,231
2013	29,3	28,484	2,931
2014	29,3	30,324	3,503
2015	29,8	30,641	2,926
2016	32,0	30,644	4,120
<b>Ortalama Hata (%)</b>			<b>5,486</b>



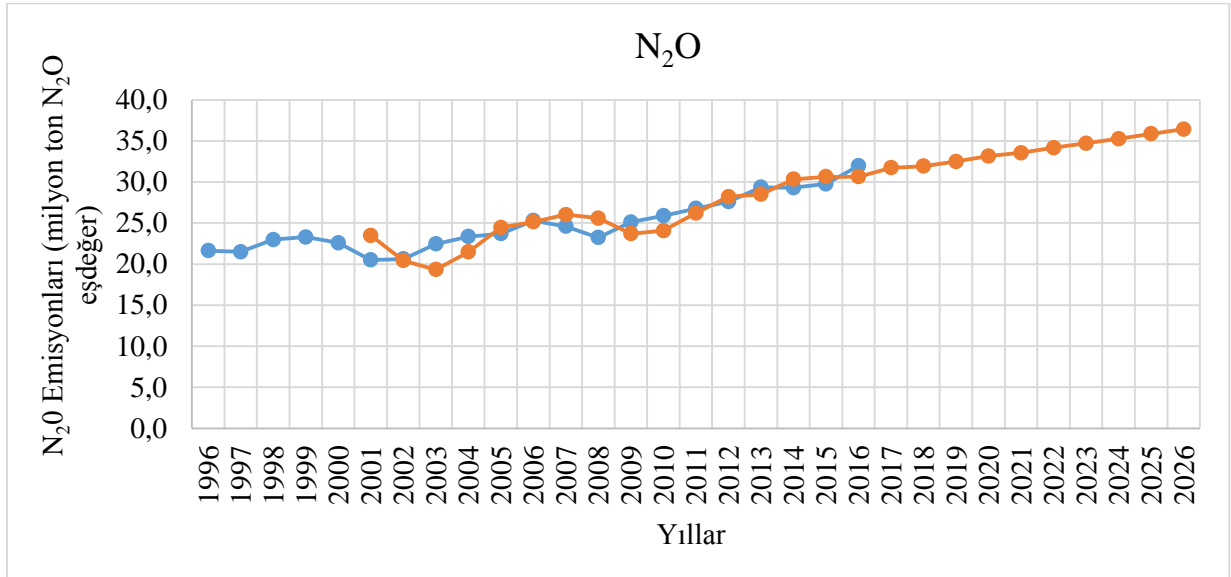
Şekil 5. Gerçekleşen Değerler ve GT Yöntemi İle Elde Edilen CO<sub>2</sub> Emisyonlarına Ait Tahmin Değerleri



Şekil 6. Gerçekleşen Değerler ve GT Yöntemi İle Elde Edilen CH<sub>4</sub> Emisyonlarına Ait Tahmin Değerleri



Şekil 7. Gerçekleşen Değerler ve GT Yöntemi İle Elde Edilen F Gazları Emisyonlarına Ait Tahmin Değerleri



Şekil 8. Gerçekleşen Değerler ve GT Yöntemi İle Elde Edilen N<sub>2</sub>O Emisyonlarına Ait Tahmin Değerleri

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada GT metodu uygulanarak 1996-2016 dönemi arasındaki sera gazı emisyonları incelenip bu datalar sayesinde gelecek dönemlere ait tahminler yapılmıştır. Yapılan tahminler ve gerçek değerler arasında mukayese yapıldığında GT metodunun, elde edilen sonuçlar ve hata oranı doğrultusunda sağlıklı, güvenilirlik seviyesi yüksek olduğu gösterilmiştir. Kyoto Protokolü ikinci taahhüt dahilinde Avrupa Birliği üyelik hedefiyle birlikte sera gazı emisyon oranlarını gelecek dönemlere ait tahminleme çalışmaları yapılmalı

aynı zamanda yapılan bu çalışmalar ışığında tedbirler alınmalıdır. Sera gazı emisyon değerleri, yapılan öngöründe kontrol altına alınması, yapılan çalışmalar sayesinde önceden tedbir alınmasında faydalı olacaktır. Bu nedenle GT metodu tercih edilerek, güvenilirlik seviyesinin ortalama %95 olduğu belirtilmiş olup yöntemin etkinliği gösterilmiştir. Türkiye'nin 2016-2026 dönemi arasındaki sera gazı emisyon değerleri tahmin çalışması yapılmıştır.

GM(1,1) metodu ile yapılan bu uygulamada yalnız bir veri setinden yararlanılarak tahmin çalışması yapılmıştır. Aynı zamanda yalnız bir veri setinden faydalanmak yerine, sera gazı emisyon değerlerine etkide bulunan diğer faktörler tespit edilerek, bu tespitler doğrultusunda Gri Model GM(1,N) kullanılabilir ve normal GM model çıktıları ile kıyaslanabilir. Literatür çalışmasına göz atıldığında GM ile birlikte kullanılan birçok sezgisel ve stokastik metot bulunmaktadır. İşte bu yöntemler sayesinde GM yöntemi ile birlikte uygulanabilecek tahmin metodu ortaya koyulabilir, daha sonra bu çıktılar ile hata oranları analiz edilerek ilerlemeler incelenebilir. Bahsedilen bu yöntemdeki hata oranları normal GM tahmin metodu ile karşılaştırılarak tahminlerin geliştirilerek iyileştirilmesi sağlanabilir.

Ülkeler bazında geniş önlemlerin alınması, en geniş kapsamlı önlem. Doğru enerji kaynaklarının kullanılması, fosil yakıttan uzak durulması bu önlemlerden birkaçıdır. Kyoto Anlaşması, bu yöndeki en ciddi girişimdir. Ülkelerin karbon salınımlarına kısıtlama getirmiştir. Anlaşmayı imzalamayan ülkeler arasında Amerika ve Türkiye de bulunmaktadır. Bununla birlikte, dünya üzerinde üretilmiş enerjiyi kullanan herkes, basit bireysel önlemler olarak küresel ısınmaya kattığı yükü azaltabilir. Yapılan çalışma sonucu, Türkiye'nin seragazı emisyon envanteri incelendiğinde geçmiş yıllara kıyasla giderek artan bir eğilim gösterdiği düşük hata paylarıyla tahmin edilmiştir. Gerekli tedbirler ivedilikle alınmalıdır: Ulusal enerji stratejileri en az 30 yıllık bir süreyi öngörür şekilde hazırlanmalıdır. Diğer enerji kaynaklarının geliştirilmesine ve güvenli kullanımına yönelik politikalar belirlenmelidir. Ulusal enerji politikasının oluşumuna sivil toplum kuruluşlarının ve yerel halkın katılımı sağlanmalıdır.

Çevresel Etki Değerlendirmesi yapılmak koşuluyla, yerel ölçekte rüzgar ve güneş gibi alternatif enerji kaynaklarından yararlanılmalıdır. Tarım, amonyak ve metan gibi değişik emisyonların atmosfere karışmasına neden olmaktadır. Avrupa amonyak emisyonunun %90'ı çiftlik hayvanları ve kimyasal gübrelerden kaynaklanmaktadır. Kimyasal gübre kullanımı, bir sera gazı olan azotdioksit emisyonunu da artırır. Azot ve fosfor içeren gübrelerin kullanımı azaltılmalıdır(Bilkent).

## TEŞEKKÜR

Çalışmamız sürecinde faydalı bilgileriyle bize yol gösteren ve 4 yıl boyunca bölümümüz adına bizlere değerli bilgiler aktaran Sayın hocamız Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILMAZ'a ve manevi destekleriyle bizi yalnız bırakmayan ailemize sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- Albert W. L., Chi, S. C., Chen J. H., (2003). An improved Grey-based approach for electricity demand forecasting. (67).
- Başakın., Özger., Ünal., (2019). Gri Tahmin Yöntemi İle İstanbul Su Tüketiminin Modellenmesi. 22 (2).
- Bilkent, KÜRESEL ISINMA VE KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİMİNE KARŞI ALINABİLECEK ÖNLEMLERİN BELİRLENMESİ. 4 25, 2019 tarihinde <http://www.obi.bilkent.edu.tr> adresinden alındı
- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 18.04.2019, tarihinde <http://unfccc.int> adresinden alındı
- Hua Kai C., Tzeng G. H., (2001). Fuzzy hierarchical evaluation with grey relation model of green engineering for industry. (53).
- Hsu C.C, Chen C.Y., (2003). Applications of improved grey prediction model for power demand forecasting. (44).
- Xu J., Huand Y. S., (2014). Power Load Forecasting Using Improved Grey-Markov Method.
- Jin S., Guo T. (2014). Grey forecasting model in the application of world women's pentathlon performance prediction research. (10).
- Li K., Zhang T., (2018). Forecasting Electricity Consumption Using an Improved Grey Prediction Model.
- Liao C.H., Lu. C. S., (2011). Carbon dioxide emissions and inland container transport in Taiwan . (19).
- Liu S., Lin Y., (2006). Grey information: theory and practical applications. 1.
- Lua I.J., Lewisb C., (2009). The forecast of motor vehicle, energy demand and CO2 emissions from Taiwan's road transportation sector. (37).
- Özkara, Y., (2009). Mevsimsel Ayırıştırma Temelli Gri Tahmin Yöntemi İle Aylık Elektrik Yük Tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi. Ankara.
- Sutthicaimethee P., Ariyasajakorn D., (2017). Forecasting energy consumption in short-term and long-term period by using ARIMAX Model in the construction and materials sector in Thailand.

T.C., Çevre ve Orman Bakanlığı ve AB Dairesi Başkanlığı.

<http://did.cevreorman.gov.tr>[Erişim tarihi: 19.04.2019] adresinden alındı.

Taşçı, Köse., (2017). Çok Değişkenli Gri Sistem Teorisi ile Deformasyon Tahmini. (29).

TÜİK., (2018, Nisan 13). Türkiye İstatistik Kurumu, Veri, Hava İstatistikler. Kasım 12, 2018 tarihinde [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (25-22) adresinden alındı.



**ENVIRONMENTAL FLUID MECHANICS**

Dr. Marvan KAMAL  
Irbid National University - Jordan

**ABSTRACT**

The results of solving environmental problems using computational mechanics and physical gas dynamics are presented. Mathematical modeling of processes made it possible to investigate the problems of the formation and neutralization of harmful substances in high-temperature moving media taking into account non-equilibrium physicochemical processes. The problem of the distribution of toxic components in the atmosphere during jet streams near exhaust devices is considered. Some results of computational studies of various applied problems and methods of neutralizing toxic components recommended on their basis are presented. The results of the introduction of methods in various industries are presented.

## SOME CONVEXITY PROPERTIES FOR TWO NEW INTEGRAL OPERATORS INVOLVING AN EXTENDED LINEAR DIFFERENTIAL OPERATOR

Prof. Dr. Erhan Deniz, Assoc. Prof. Dr. Murat Çağlar

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

### ABSTRACT

Let  $\mathcal{A}$  denote the class of functions of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n$$

which are analytic in the open disc  $\mathbb{U} = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$ . Recently Deniz and Özkan “Deniz, E. and Özkan, Y. 2014, Subclass of analytic functions defined by a new differential operator, Acta Uni. Apulensis, 40(7), 85-95” defined  $D_\lambda^m$  differential operator for  $\lambda \geq 0$ ,  $z \in U$  ve  $m \in \mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$  by

$$\begin{aligned} D_\lambda^0 f(z) &= f(z) \\ D_\lambda^1 f(z) &= D_\lambda f(z) = \lambda z^3 f'''(z) + (2\lambda + 1)z^2 f''(z) + z f'(z) \\ &\vdots \\ D_\lambda^m f(z) &= D_\lambda (D_\lambda^{m-1} f(z)). \end{aligned}$$

By aid of the operator  $D_\lambda^m$  we define following two new general integral operators  $F_{n,l}^{\delta,\lambda,\mu}$  and  $G_{n,l}^{\delta,\lambda,\mu}$  in the unit disc  $U$  by

$$I_{n,l}^{\delta,\lambda,\mu}(f_1, f_2, \dots, f_n) : \mathbb{A}^n \rightarrow \mathbb{A}, \quad I_{n,l}^{\delta,\lambda,\mu}(f_1, f_2, \dots, f_n) = F_{n,l}^{\delta,\lambda,\mu}(z) = \int_0^z \prod_{i=1}^n \left( \frac{D_\lambda^{l_i} f_i(t)}{t} \right)^{\delta_i} dt$$

and

$$J_{n,l}^{\delta,\lambda,\mu}(g_1, g_2, \dots, g_n) : \mathbb{A}^n \rightarrow \mathbb{A}, \quad J_{n,l}^{\delta,\lambda,\mu}(g_1, g_2, \dots, g_n) = G_{n,l}^{\delta,\lambda,\mu}(z) = \int_0^z \prod_{i=1}^n \left( (D_\lambda^{l_i} g_i(t))' \right)^{\delta_i} dt,$$

where  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n) \in \mathbb{N}_0^n$ ,  $\delta = (\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n) \in \mathbb{R}_+^n$  and  $f_i, g_i, h_i \in \mathbb{A}$  for  $i = 1, 2, \dots, n$ . In this study we obtain the convexity properties of these integral operators of analytic functions on some classes of uniformly starlike and uniformly convex functions of complex order. As special cases, the convexity properties of the simple operators.

**Keywords:** Analytic functions, Integral operators, uniformly starlike and uniformly convex functions, Complex order.

### 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

Let  $\mathcal{A}$  denote the class of the form

$$f(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} a_k z^k, \tag{1.1}$$

which are analytic in the open disc  $\mathbb{U} = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$ .

A function  $f \in \mathcal{S}^*(\gamma, \alpha)$  is starlike of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ) and type  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha < 1$ ), that is,  $f \in \mathcal{S}^*(\gamma, \alpha)$ , if it satisfies the following inequality;

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{zf'(z)}{f(z)} - 1 \right) \right\} > \alpha, \quad (z \in \mathbb{U}). \quad (1.2)$$

Furthermore, a function  $f \in \mathcal{C}(\gamma, \alpha)$  is convex of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ) and type  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha < 1$ ), that is,  $f \in \mathcal{C}(\gamma, \alpha)$ , if it satisfies the following inequality;

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right) \right\} > \alpha, \quad (z \in \mathbb{U}). \quad (1.3)$$

These classes were introduced and studied by Frasin [11].

In particular cases, for  $\alpha = 0$ , we obtain the classes  $\mathcal{S}^*(\gamma)$  and  $\mathcal{C}(\gamma)$ . The class  $\mathcal{S}^*(\gamma)$  of starlike functions of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ) was defined by Nasr and Aouf (see [16]) while the class  $\mathcal{C}(\gamma)$  of convex functions of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ) was considered earlier by Wiatrowski (see [22]). Note that  $\mathcal{S}_1^*(\alpha) = \mathcal{S}^*(\alpha)$  and  $\mathcal{C}_1(\alpha) = \mathcal{C}(\alpha)$  are, respectively, the usual classes of starlike and convex functions of order  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha < 1$ ) in  $\mathbb{U}$ . In special cases,  $\mathcal{S}_1^*(0) = \mathcal{S}^*$  and  $\mathcal{C}_1 = \mathcal{C}$  are, respectively, the familiar classes of starlike and convex functions in  $\mathbb{U}$ .

A function  $f$  is  $\beta$ -uniformly starlike of order  $\alpha$  ( $-1 \leq \alpha < 1$ ), that is,  $f \in \beta - \mathcal{US}(\alpha)$ , if it satisfies the following inequality;

$$\operatorname{Re} \left\{ \frac{zf'(z)}{f(z)} \right\} > \beta \left| \frac{zf'(z)}{f(z)} - 1 \right| + \alpha, \quad (\beta \geq 0, z \in \mathbb{U}). \quad (1.4)$$

Furthermore, a function  $f$  is  $\beta$ -uniformly convex of order  $\alpha$  ( $-1 \leq \alpha < 1$ ), that is,  $f \in \beta - \mathcal{UC}(\alpha)$ , if it satisfies the following inequality;

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right\} > \beta \left| \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right| + \alpha, \quad (\beta \geq 0, z \in \mathbb{U}). \quad (1.5)$$

These classes introduced by Bharti, Parvatham and Swaminathan (see [2]). Also, the class  $\beta - \mathcal{UC}_1(0) = \beta - \mathcal{UCV}$  is the known class of  $\beta$ -uniformly convex functions [13]. Using the Alexander type relation, we can obtain the class  $\beta - \mathcal{US}(\alpha)$  in the following way:

$$f \in \beta - \mathcal{UC}(\alpha) \Leftrightarrow zf' \in \beta - \mathcal{US}(\alpha).$$

The class  $1 - \mathcal{UC}(0) = \mathcal{UCV}$  of uniformly convex functions was defined by Goodman [12] while the class  $1 - \mathcal{US}(0) = \mathcal{SP}$  was considered by Rønning [20].

For  $f \in \mathcal{A}$  given by (1.1) and  $g(z)$  given by

$$g(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} b_k z^k \quad (1.6)$$

their convolution (or Hadamard product), denoted by  $(f * g)$ , is defined as

$$(f * g)(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} a_k b_k z^k = (g * f)(z), \quad (z \in \mathbb{U}).$$

The linear differential operator  $D_\lambda^m f$  was defined by the authors in (see [10]) as follows

$$\begin{aligned} D_{\lambda, \mu}^0 f(z) &= f(z) \\ D_\lambda^1 f(z) &= D_\lambda f(z) = \lambda z^3 f'''(z) + (2\lambda + 1)z^2 f''(z) + z f'(z) \end{aligned} \quad (1.7)$$

$$\begin{aligned} &\vdots \\ D_\lambda^m f(z) &= D_\lambda(D_\lambda^{m-1} f(z)) \end{aligned} \quad (1.8)$$

where  $0 \leq \lambda, m \in \mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$ .

If  $f$  is given by (1.1) then from the definition of the operator  $D_\lambda^m f(z)$  it is easy to see that

$$D_\lambda^m f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} (n^2(\lambda(n-1) + 1))^m a_n z^n. \quad (1.9)$$

It should be remarked that the  $D_\lambda^m$  is a generalization of Sălăgean operator (see [21]).

By using the operator  $D_\lambda^m$  ( $\lambda \geq 0$ ) defined by (1.8), we introduce the new classes  $\beta - \mathcal{US}(m, \lambda, \gamma, \alpha)$  and  $\beta - \mathcal{UC}(m, \lambda, \gamma, \alpha)$  as follows:

**Definition 1.** Let  $-1 \leq \alpha < 1$ ,  $\beta \geq 0$  and  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ . A function  $f \in \mathcal{A}$  is in the class  $\beta - \mathcal{US}(m, \lambda, \gamma, \alpha)$  if and only if for all  $z \in \mathbb{U}$

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} - 1 \right) \right\} > \beta \left| \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} - 1 \right) \right| + \alpha. \quad (1.10)$$

**Definition 2.** Let  $-1 \leq \alpha < 1$ ,  $\beta \geq 0$  and  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ . A function  $f \in \mathcal{A}$  is in the class  $\beta - \mathcal{UC}(m, \lambda, \gamma, \alpha)$  if and only if for all  $z \in \mathbb{U}$

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z(D_\lambda^m f(z))''}{(D_\lambda^m f(z))'} \right) \right\} > \beta \left| \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z(D_\lambda^m f(z))''}{(D_\lambda^m f(z))'} \right) \right| + \alpha. \quad (1.11)$$

We note that by specializing the parameters  $\lambda, m, \gamma, \beta$  and  $\alpha$  in the classes  $\beta - \mathcal{US}(m, \lambda, \gamma, \alpha)$  and  $\beta - \mathcal{UC}(m, \lambda, \gamma, \alpha)$ , these classes reduces to several well-known subclasses of analytic functions. For example, for  $m = 0$  and  $\lambda = 0$  the classes  $\beta - \mathcal{US}(\lambda, \gamma, \alpha)$  and  $\beta - \mathcal{UC}(\lambda, \gamma, \alpha)$  reduces to the classes  $\beta - \mathcal{US}(\gamma, \alpha)$  and  $\beta - \mathcal{UC}(\gamma, \alpha)$ , respectively. Someone can find more information about these classes in Orhan, Deniz and Raducanu [17].

**Definition 3.** Let  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n) \in \mathbb{N}_0^n$ ,  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}_+^n$  for all  $i = \overline{1, n}$ ,  $n \in \mathbb{N}$ . We define the following general integral operators

$$\mathcal{J}_n^{l, \mu}(f_1, f_2, \dots, f_n): \mathcal{A}^n \rightarrow \mathcal{A}$$

$$\mathcal{J}_n^{l, \mu}(f_1, f_2, \dots, f_n) = \mathcal{F}_{n, l, \mu}(z),$$

$$\mathcal{F}_{n, l, \mu}(z) = \int_0^z \prod_{i=1}^n \left( \frac{D_\lambda^{l_i} f_i(t)}{t} \right)^{\mu_i} dt \quad (1.12)$$

and

$$\mathcal{J}_n^{l, \mu}(g_1, g_2, \dots, g_n): \mathcal{A}^n \rightarrow \mathcal{A}$$

$$\mathcal{J}_n^{l, \mu}(g_1, g_2, \dots, g_n) = \mathcal{G}_{n, l, \mu}(z),$$

$$\mathcal{G}_{n, l, \mu}(z) = \int_0^z \prod_{i=1}^n ((D_\lambda^{l_i} f_i(t))')^{\mu_i} dt \quad (1.13)$$

where  $f_i, g_i \in \mathcal{A}$  for all  $i = \overline{1, n}$  and  $D_\lambda^m$  is defined by (1.8).

**Remark 1** For  $l_1 = l_2 = \dots = l_n = 0$  in (1.12), the integral operator  $\mathcal{F}_{n, l, \mu}(z)$  reduces to the operator  $F_n(z)$  which was studied by Breaz and Breaz (see [6]). Observe that when  $n = 1$ ,  $l_1 = 0$  and  $\mu_1 = \mu$ , we obtain the integral operator  $I_\mu(f)(z)$  which was studied by Pescar and Owa (see [18]), for  $\mu_1 = \mu \in [0, 1]$  special case of the operator  $I_\mu(f)(z)$  was studied by Miller, Mocanu and Reade (see [15]). For  $n = 1$ ,  $l_1 = 0$  and  $\mu_1 = 1$  in (1.12), we have Alexander integral operator  $I(f)(z)$  in [1].

**Remark 2** For  $l_1 = l_2 = \dots = l_n = 0$  in (1.13), the integral operator  $\mathcal{G}_{n, l, \mu}(z)$  reduces to the operator  $G_{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n}(z)$  which was studied by Breaz, Owa and Breaz (see [8]). If  $n = 1$ ,  $l_1 = 0$  and  $\mu_1 = \mu$ , we obtain the integral operator  $G(z)$  which was introduced and studied by Pfaltzgraff (see [19]) and Kim and Merkes (see [14]).

In this paper, we consider the integral operators  $\mathcal{F}_{n, l, \mu}(z)$  and  $\mathcal{G}_{n, l, \mu}(z)$  defined by (1.12) and (1.13), respectively, and study their properties on the classes  $\beta - \mathcal{US}(m, \lambda, \gamma, \alpha)$  and  $\beta - \mathcal{UC}(m, \lambda, \gamma, \alpha)$ . As special cases, the order of convexity of the operators  $\int_0^z \left( \frac{f(t)}{t} \right)^\mu dt$  and  $\int_0^z (g'(t))^\mu dt$  are given.

## 2.SUFFICIENT CONDITIONS OF THE INTEGRAL OPERATOR $\mathcal{F}_{n,l,\mu}(z)$

First, in this section we prove a sufficient condition for the integral operator  $\mathcal{F}_{n,l,\mu}(z)$  to be convex.

**Theorem 1.** Let  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n) \in \mathbb{N}_0^n$ ,  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}_+^n$ ,  $-1 \leq \alpha_i < 1$ ,  $\beta_i \geq 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  and  $f_i \in \beta_i - \mathcal{US}(l_i, \lambda, \gamma, \alpha_i)$  for all  $i = \overline{1, n}$ . Moreover, suppose that these numbers satisfy the following inequality

$$0 \leq 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1) < 1. \quad (2.1)$$

Then the integral operator  $\mathcal{F}_{n,l,\mu}(z)$  defined by (1.12) is convex of complex order  $\gamma(\gamma \in \mathbb{C} - \{0\})$  and type  $1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)$ .

*Proof.* From the definition (1.12), we observe that  $\mathcal{F}_{n,l,\mu}(z) \in \mathcal{A}$ . On the other hand, it is easy to see that

$$\mathcal{F}'_{n,l,\mu}(z) = \prod_{i=1}^n \left( \frac{D_\lambda^{l_i} f_i(z)}{z} \right)^{\mu_i}. \quad (2.2)$$

Now we differentiate (2.2) logarithmically and multiply by  $z$ , we obtain

$$\frac{z\mathcal{F}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{F}'_{n,l,\mu}(z)} = \sum_{i=1}^n \mu_i \left( \frac{z(D_\lambda^{l_i} f_i)'(z)}{(D_\lambda^{l_i} f_i)(z)} - 1 \right). \quad (2.3)$$

Then multiplying the relation (2.3) with  $\frac{1}{\gamma}$ ,

$$\frac{1}{\gamma} \left( \frac{z\mathcal{F}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{F}'_{n,l,\mu}(z)} \right) = \sum_{i=1}^n \mu_i \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z(D_\lambda^{l_i} f_i)'(z)}{(D_\lambda^{l_i} f_i)(z)} - 1 \right). \quad (2.4)$$

The relation (2.4) is equivalent to

$$1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z\mathcal{F}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{F}'_{n,l,\mu}(z)} \right) = 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i \left( 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z(D_\lambda^{l_i} f_i)'(z)}{(D_\lambda^{l_i} f_i)(z)} - 1 \right) \right) - \sum_{i=1}^n \mu_i. \quad (2.5)$$

Lastly, we calculate the real part of both sides of (2.5) and obtain

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z\mathcal{F}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{F}'_{n,l,\mu}(z)} \right) \right\} = \sum_{i=1}^n \mu_i \operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z(D_\lambda^{l_i} f_i)'(z)}{(D_\lambda^{l_i} f_i)(z)} - 1 \right) \right\} - \sum_{i=1}^n \mu_i + 1. \quad (2.6)$$

Since  $f_i \in \beta_i - \mathcal{US}(l_i, \lambda, \gamma, \alpha_i)$  for all  $i = \overline{1, n}$  from (1.10) and (2.6), we have

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z\mathcal{F}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{F}'_{n,l,\mu}(z)} \right) \right\} > \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \beta_i}{|\gamma|} \left| \frac{z(D_\lambda^{l_i} f_i)'(z)}{(D_\lambda^{l_i} f_i)(z)} - 1 \right| + 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1). \quad (2.7)$$

Because  $\sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \beta_i}{|\gamma|} \left| \frac{z(D_\lambda^{l_i} f_i)'(z)}{(D_\lambda^{l_i} f_i)(z)} - 1 \right| > 0$ , for all  $i = \overline{1, n}$ , from (2.7), we obtain

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z\mathcal{F}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{F}'_{n,l,\mu}(z)} \right) \right\} > 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1).$$

Therefore, the operator  $\mathcal{F}_{n,l,\mu}(z)$  is convex of complex order  $\gamma(\gamma \in \mathbb{C} - \{0\})$  and type  $1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)$ . This evidently completes the proof of Theorem 1.

### Remark 3.

1. Letting  $\gamma = 1$  and  $l_i = 0$  for all  $i = \overline{1, n}$  in Theorem 1, we obtain Theorem 1 in [4].

2. Letting  $\gamma = 1$  and  $\alpha_i = l_i = 0$  for all  $i = \overline{1, n}$  in Theorem 1, we obtain Theorem 2.5 in [7].
3. Letting  $\beta = 0$  and  $l_i = 0$  for all  $i = \overline{1, n}$  in Theorem 1, we obtain Theorem 1 in [3].
4. Letting  $\beta = 0$ ,  $\alpha_i = \mu$  and  $l_i = 0$  for all  $i = \overline{1, n}$  in Theorem 1, we obtain Theorem 1 in [9].
5. Letting  $\beta = 0$ ,  $\alpha_i = 0$  and  $l_i = 0$  for all  $i = \overline{1, n}$  in Theorem 1, we obtain Theorem 1 in [5].

Putting  $n=1$ ,  $l_1 = 0$ ,  $\mu_1 = \mu$ ,  $\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta_1 = \beta$  and  $f_1 = f$  in Theorem 1, we have

**Corollary 1.** *Let  $\mu > 0$ ,  $-1 \leq \alpha < 1$ ,  $\beta \geq 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  and  $f \in \beta - \mathcal{US}(\gamma, \alpha)$ . If  $0 \leq 1 + \mu(\alpha - 1) < 1$ , then  $\int_0^z \left(\frac{f(t)}{t}\right)^\mu dt$  is convex of complex order  $\gamma(\gamma \in \mathbb{C} - \{0\})$  and type  $\mu(\alpha - 1) + 1$  in  $\mathbb{U}$ .*

**Theorem 2.** *Let  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n) \in \mathbb{N}_0^n$ ,  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}_+^n$ ,  $-1 \leq \alpha_i < 1$ ,  $\beta_i > 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  for all  $i = \overline{1, n}$  and*

$$\left| \frac{z(D_\lambda^{l_i} f_i)'(z)}{(D_\lambda^{l_i} f_i)(z)} - 1 \right| > -\frac{1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)}{\sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \beta_i}{|\gamma|}} \quad (2.8)$$

for all  $i = \overline{1, n}$ , then the integral operator  $\mathcal{F}_{n,l,\mu}(z)$  defined by (1.12) is convex of complex order  $\gamma(\gamma \in \mathbb{C} - \{0\})$ .

*Proof.* From (2.7) and (2.8) we easily get  $\mathcal{F}_{n,l,\mu}(z)$  is convex of complex order  $\gamma$ .

From Theorem 2, we easily get

**Corollary 2.** *Let  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n) \in \mathbb{N}_0^n$ ,  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}_+^n$ ,  $-1 \leq \alpha_i < 1$ ,  $\beta_i > 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  for all  $i = \overline{1, n}$  and*

$$\operatorname{Re} \left( \frac{z(D_\lambda^{l_i} f_i)'(z)}{(D_\lambda^{l_i} f_i)(z)} \right) > 1 - \frac{1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)}{\sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \beta_i}{|\gamma|}}$$

that is  $D_\lambda^{l_i} f_i \in \mathcal{S}^*(\sigma)$ , where  $\sigma = 1 - (1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)) / \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \beta_i}{|\gamma|}$ ;  $0 \leq \sigma < 1$  for all  $i = \overline{1, n}$ , then the integral operator  $\mathcal{F}_{n,l,\mu}(z)$  is convex of complex order  $\gamma(\gamma \in \mathbb{C} - \{0\})$ .

Putting  $n=1$ ,  $l_1 = 0$ ,  $\mu_1 = \mu$ ,  $\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta_1 = \beta$  and  $f_1 = f$  in Corollary 2, we have

**Corollary 3** *Let  $\mu > 0$ ,  $-1 \leq \alpha < 1$ ,  $\beta > 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  and  $f \in \mathcal{S}^*(\rho)$  where  $\rho = [\mu(\beta + (1 - \alpha)|\gamma|) - |\gamma|] / \mu\beta$ ;  $0 \leq \rho < 1$ , then the integral operator  $\int_0^z \left(\frac{f(t)}{t}\right)^\mu dt$  is convex of complex order  $\gamma(\gamma \in \mathbb{C} - \{0\})$  in  $\mathbb{U}$ .*

### 3.SUFFICIENT CONDITIONS OF THE INTEGRAL OPERATOR $\mathcal{G}_{p,m,l,\mu}(z)$

Next, in this section we give a sufficient condition for the integral operator  $\mathcal{G}_{n,l,\mu}(z)$  to be convex of complex order  $\gamma(\gamma \in \mathbb{C} - \{0\})$ .

**Theorem 3.** *Let  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n) \in \mathbb{N}_0^n$ ,  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}_+^n$ ,  $-1 \leq \alpha_i < 1$ ,  $\beta_i \geq 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  and  $f_i \in \beta_i - \mathcal{UC}(l_i, \gamma, \alpha_i)$  for all  $i = \overline{1, n}$ . Moreover, suppose that these numbers satisfy the following inequality*

$$0 \leq 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1) < 1.$$

Then the integral operator  $\mathcal{G}_{n,l,\mu}(z)$  defined by (1.13) is convex of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ) and type  $1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)$ .

*Proof.* From the definition (1.13), we observe that  $\mathcal{G}_{n,l,\mu}(z) \in \mathcal{A}$ . On the other hand, it is easy to see that

$$\mathcal{G}'_{n,l,\mu}(z) = \prod_{i=1}^n \left( (D_{\lambda}^{l_i} g_i(z))' \right)^{\mu_i}. \quad (3.1)$$

Now, we differentiate (3.1) logarithmically, we have

$$\frac{\mathcal{G}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{G}'_{n,l,\mu}(z)} = \sum_{i=1}^n \mu_i \left( \frac{(D_{\lambda}^{l_i} g_i)''(z)}{(D_{\lambda}^{l_i} g_i)'(z)} \right). \quad (3.2)$$

Then multiplying this relation (3.2) with  $\frac{z}{\gamma}$ , we obtain

$$1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z \mathcal{G}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{G}'_{n,l,\mu}(z)} \right) = 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z (D_{\lambda}^{l_i} g_i)''(z)}{(D_{\lambda}^{l_i} g_i)'(z)} \right). \quad (3.3)$$

Taking the real part of both sides of (3.3), we have

$$\begin{aligned} \operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z \mathcal{G}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{G}'_{n,l,\mu}(z)} \right) \right\} &= 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i \operatorname{Re} \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z (D_{\lambda}^{l_i} g_i)''(z)}{(D_{\lambda}^{l_i} g_i)'(z)} \right) \\ &= 1 - \sum_{i=1}^n \mu_i + \sum_{i=1}^n \mu_i \operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z (D_{\lambda}^{l_i} g_i)''(z)}{(D_{\lambda}^{l_i} g_i)'(z)} \right) \right\}. \end{aligned} \quad (3.4)$$

Since  $g_i \in \beta_i - \mathcal{UC}(l_i, \gamma, \alpha_i)$  for all  $i = \overline{1, n}$  from (1.11) and (3.4), we have

$$\begin{aligned} \operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z \mathcal{G}''_{n,l,\mu}(z)}{\mathcal{G}'_{n,l,\mu}(z)} \right) \right\} & > 1 - \sum_{i=1}^n \mu_i + \sum_{i=1}^n \mu_i \left\{ \beta_i \left| \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z (D_{\lambda}^{l_i} g_i)''(z)}{(D_{\lambda}^{l_i} g_i)'(z)} \right) \right| + \alpha_i \right\} \\ &= 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1) + \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \beta_i}{|\gamma|} \left| \frac{z (D_{\lambda}^{l_i} g_i)''(z)}{(D_{\lambda}^{l_i} g_i)'(z)} \right| \\ & > 1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1). \end{aligned} \quad (3.5)$$

Therefore, the operator  $\mathcal{G}_{n,l,\mu}(z)$  is convex of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ) and type  $p + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)$ . This evidently completes the proof of Theorem 3.

**Remark 4.**

1. Letting  $\beta = 0$  and  $l_i = 0$  for all  $i = \overline{1, n}$  in Theorem 3, we obtain Theorem 3 in [3].
2. Letting  $\beta = 0$ ,  $\alpha_i = \mu$  and  $l_i = 0$  for all  $i = \overline{1, n}$  in Theorem 3, we obtain Theorem 3 in [9].
3. Letting  $\beta = 0$ ,  $\alpha_i = 0$  and  $l_i = 0$  for all  $i = \overline{1, n}$  in Theorem 3, we obtain Theorem 2 in [5].

Putting  $n = 1$ ,  $l_1 = 0$ ,  $\mu_1 = \mu$ ,  $\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta_1 = \beta$  and  $g_1 = g$  in Theorem 3, we have

**Corollary 4.** Let  $\mu > 0$ ,  $-1 \leq \alpha < 1$ ,  $\beta \geq 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  and  $g \in \beta - \mathcal{UC}(\gamma, \alpha)$ . If  $0 \leq 1 + \mu(\alpha - 1) < 1$ , then  $\int_0^z (g'(t))^{\mu} dt$  is convex of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ) and type  $\mu(\alpha - 1) + 1$  in  $\mathcal{U}$ .

**Theorem 4.** Let  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n) \in \mathbb{N}_0^n$ ,  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}_+^n$ ,  $-1 \leq \alpha_i < 1$ ,  $\beta_i > 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  for all  $i = \overline{1, n}$  and

$$\left| \frac{z(D_\lambda^{l_i} g_i)''(z)}{(D_\lambda^{l_i} g_i)'(z)} \right| > - \frac{1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)}{\sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \beta_i}{|\gamma|}} \quad (3.6)$$

then the integral operator  $\mathcal{G}_{n,l,\mu}(z)$  defined by (1.13) is convex of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ).

*Proof.* From (3.5) and (3.6) we easily get  $\mathcal{G}_{n,l,\mu}(z)$  is convex of complex order  $\gamma$ .

From Theorem 4, we easily get

**Corollary 5** Let  $l = (l_1, l_2, \dots, l_n) \in \mathbb{N}_0^n$ ,  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \in \mathbb{R}_+^n$ ,  $-1 \leq \alpha_i < 1$ ,  $\beta_i > 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  for all  $i = \overline{1, n}$  and  $D_\lambda^{l_i} g_i \in \mathcal{C}_p(\sigma)$ , where  $\sigma = 1 - (1 + \sum_{i=1}^n \mu_i(\alpha_i - 1)) / \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i \beta_i}{|\gamma|}$ ;  $0 \leq \sigma < p$  for all  $i = \overline{1, n}$ , then the integral operator  $\mathcal{G}_{n,l,\mu}(z)$  is convex of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ).

Putting  $n = 1$ ,  $l_1 = 0$ ,  $\mu_1 = \mu$ ,  $\alpha_1 = \alpha$ ,  $\beta_1 = \beta$  and  $g_1 = g$  in Corollary 5, we have

**Corollary 6** Let  $\mu > 0$ ,  $-1 \leq \alpha < 1$ ,  $\beta > 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$  and  $g \in \mathcal{C}(\rho)$  where  $\rho = [\mu(\beta + (1 - \alpha)|\gamma|) - |\gamma|] / \mu\beta$ ;  $0 \leq \rho < 1$ , then the integral operator  $\int_0^z (g'(t))^\mu dt$  is convex of complex order  $\gamma$  ( $\gamma \in \mathbb{C} - \{0\}$ ) in  $\mathbb{U}$ .

## REFERENCES

- [1] Alexander, J. W. Functions which map the interior of the unit circle upon simple regions, *Annals of Mathematics.* **17** (1), 12–22, 1915.
- [2] Bharti, R., Parvatham, R. and Swaminathan, A. On subclasses of uniformly convex functions and corresponding class of starlike functions, *Tamkang J. Math.* **28** (1), 17-32, 1997.
- [3] Bulut, S. A note on the paper of Breaz and Güney, *J. Math. Ineq.* **2**(4), 549-553, 2008.
- [4] Breaz, D. A convexity properties for an integral operator on the classes  $S_p(\alpha)$ , *Gen. Math.* **15** (2-3), 177-183, 2007.
- [5] Breaz, D., Aouf, M. K. and Breaz, N. Some properties for integral operators on some analytic functions with complex order, *Acta. Math. Acad. Paedagog. Nyhazi.* **25**, 39-43, 2009.
- [6] Breaz, D. and Breaz, N. Two integral operators, *Stud. Univ. Babeş -Bolyai Math.* **47** (3), 13-19, 2002.
- [7] Breaz, D. and Breaz, N. Some convexity properties for a general integral operator, *J. Ineq. Pure Appl. Math.* **7** (5), Art. 177, 2006.
- [8] Breaz, D., Owa, S. and Breaz, N. A new integral univalent operator, *Acta Univ. Apulensis Math. Inform.* **16**, 11-16, 2008.
- [9] Breaz, D. and Güney, H. Ö. The integral operator on the classes  $S_\alpha^*(b)$  and  $C_\alpha(b)$ , *J. Math. Ineq.* **2** (1), 97-100, 2008.
- [10] Deniz, E. and Özkan, Y. Subclass of analytic functions defined by a new differential operator, *Acta Uni. Apulensis*, **40**(7), 85-95, 2014.
- [11] Frasin, B. A. Family of analytic functions of complex order, *Acta Math. Acad. Paed. Ny.* **22**, 179-191, 2006.
- [12] Goodman, A.W. On uniformly convex functions, *Ann. Polon. Math.* **56**, 87–92, 1991.



- [13] Kanas, S. and Wisniowska, A. Conic regions and  $k$  –uniform convexity, *Comput. Appl. Math.* **105**, 327–336, 1999.
- [14] Kim, Y. J. and Merkes, E. P. On an integral of powers of a spirallike function, *Kyungpook Math. J.* **12**, 249–252, 1972.
- [15] Miller, S. S., Mocanu, P. T. and Reade, M. O. Starlike integral operators, *Pacific J. Math.* **79** (1), 157–168, 1978.
- [16] Nasr, M. A. and Aouf, M. K. Starlike function of complex order, *J. Natur. Sci. Math.* **25** (1), 1-12, 1985.
- [17] Orhan, H., Deniz, E. and Răducanu, D. The Fekete–Szegő problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains, *Comput. Math. Appl.* **59** (1), 283-295, 2010.
- [18] Pescar, V. and Owa, S. Sufficient conditions for univalence of certain integral operators, *Indian J. Math.* **42** (3), 347-35, 2000.
- [19] Pfaltzgraff, J. A. Univalence of the integral of  $(f'(z))^\lambda$ , *Bull. London Math. Soc.* **7** (3), 254–256, 1975.
- [20] Rønning, F. On starlike functions associated with parabolic regions, *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. A.* **45** (14), 117–122, 1991.
- [21] Sălăgean, G. S. Subclasses of univalent functions, *Complex analysis –Proc. 5th Rom.-Finn. Semin., Bucharest 1981, Part 1, Lect. Notes Math.* 1013 (1983) 362-372.
- [22] Wiatrowski, P. The coefficients of a certain family of holomorphic functions, *Zeszyty Nauk. Uniw.Lodz. Nauki Mat. Pryrod. Ser.* **3**, 75-85, 1971.

**FABER POLYNOMIAL COEFFICIENTS BOUNDS FOR GENERALIZED  
BI-SUBORDINATE FUNCTIONS BY USING AN DIFFERENTIAL OPERATOR**

**Prof. Dr. Erhan Deniz, Assoc. Prof. Dr. Murat Çağlar**

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

**ABSTRACT**

Let  $A$  denote the class of functions in the open unit disk  $\mathbb{D} = \{z \in \mathbb{C}: |z| < 1\}$  and let  $S$  be the class of function  $f$  that are univalent in  $\mathbb{D}$  and are of the form  $f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n$ . We say that the function  $f$  is subordinate to  $g$  if there exists a Schwarz function  $w(z)$ , analytic in  $\mathbb{D}$  with  $w(0) = 0, |w(z)| < 1$  such that  $f(z) = g(w(z))$ . We denote this subordination  $f \prec g$  or  $f(z) \prec g(z)$ . On the other hand A function  $f \in A$  is said to be bi-univalent in  $\mathbb{D}$  if both  $f$  and its inverse map  $f^{-1}$  are univalent in  $\mathbb{D}$ . Let  $\sigma$  be the class of functions  $f \in S$  that are bi-univalent in  $\mathbb{D}$ . Bounds for the first few coefficients of various subclasses of bi-univalent functions were obtained by a variety of authors. Not much was known about the bounds of the general coefficients  $a_n; n \geq 4$  of subclasses of  $\sigma$ . Let  $\phi(z)$  be a univalent starlike function with respect to 1 which maps the unit disk  $\mathbb{D}$  onto a region in the right half plane which is symmetric with respect to the real axis, with  $\phi(0) = 1$  and  $\phi'(0) > 0$ . A function  $f \in A$  is said to be in the class  $S_{\sigma}(m, \alpha, \lambda, \mu; \phi)$  if  $f$  and its inverse map  $f^{-1}$  satisfy

$$\frac{z(D_{\lambda\mu}^m f(z))' + \alpha z^2 (D_{\lambda\mu}^m f(z))''}{(1-\alpha)(D_{\lambda\mu}^m f(z))' + \alpha z D_{\lambda\mu}^m f(z)} \prec \phi(z) \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

where  $0 \leq \mu \leq \lambda \leq 1, m \in \mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$  and  $D_{\lambda\mu}^m$  denote the differential operator (see [8]) given by

$$D_{\lambda\mu}^0 f(z) = f(z)$$

$$D_{\lambda\mu}^1 f(z) = D_{\lambda\mu} f(z) = \lambda\mu z^2 f''(z) + (\lambda - \mu) z f'(z) + (1 - \lambda + \mu) f(z)$$

$$D_{\lambda\mu}^m f(z) = D_{\lambda\mu} (D_{\lambda\mu}^{m-1} f(z)), \quad m \geq 2.$$

If  $f$  is given by (1.1) then from the definition of the operator  $D_{\lambda\mu}^m f(z)$  it is easy to see that

$$D_{\lambda\mu}^m f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m a_n z^n.$$

In this paper, we apply the Faber polynomial expansions to the subclasses  $S_{\sigma}(m, \alpha, \lambda, \mu; \phi)$  of bi-univalent functions and obtain bounds for their  $n$ -th; ( $n > 3$ ) coefficients.

**Keywords:** Faber polynomials, analytic function, subordinate, convex, starlike, bi-univalent functions, differential operator.

## 1. INTRODUCTION

Let  $\mathcal{A}$  be the class of analytic functions in the open unit disk  $\mathbb{D} = \{z \in \mathbb{C}: |z| < 1\}$  and let  $\mathcal{S}$  be the class of functions  $f$  that are analytic and univalent in  $\mathbb{D}$  and are of the form

$$f(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} a_k z^k. \quad (1.1)$$

A function  $f \in \mathcal{A}$  is said to be subordinate to a function  $g \in \mathcal{A}$ , denoted by  $f < g$ , if there exists a function  $w$  defined on  $\mathbb{D}$  with  $w(0) = 0$  and  $|w(z)| < 1$  satisfying  $f(z) = g(w(z))$ . We let  $\mathcal{S}^*$  consist of starlike functions  $f \in \mathcal{A}$ , that is,  $\operatorname{Re} z f'(z)/f(z) > 0$  in  $\mathbb{D}$  and  $\mathcal{C}$  consist of convex functions  $f \in \mathcal{A}$ , that is,  $1 + \operatorname{Re} z f''(z)/f'(z) > 0$  in  $\mathbb{D}$ . In terms of subordination, these conditions are, respectively, equivalent to

$$\mathcal{S}^* \equiv \left\{ f \in \mathcal{A}: \frac{z f'(z)}{f(z)} < \frac{1+z}{1-z} \right\}$$

and

$$\mathcal{C} \equiv \left\{ f \in \mathcal{A}: 1 + \frac{z f''(z)}{f'(z)} < \frac{1+z}{1-z} \right\}.$$

A generalization of the above two classes, according to Ma and Minda [20], are

$$\mathcal{S}^*(\varphi) \equiv \left\{ f \in \mathcal{A}: \frac{z f'(z)}{f(z)} < \varphi(z) \right\}$$

and

$$\mathcal{C}(\varphi) \equiv \left\{ f \in \mathcal{A}: 1 + \frac{z f''(z)}{f'(z)} < \varphi(z) \right\}$$

where  $\varphi$  is a positive real part function normalized by  $\varphi(0) = 1$ ,  $\varphi'(0) > 0$  and  $\varphi$  maps  $D$  onto a region starlike with respect to 1 and symmetric with respect to the real axis.

In literature, the functions belonging to these classes are called Ma-Minda *starlike and convex* (see also [21]) respectively.

Some of the special cases of the above two classes  $\mathcal{S}^*(\varphi)$  and  $\mathcal{C}(\varphi)$  are

(1)  $\mathcal{S}^*((1 + Az)/(1 + Bz)) = \mathcal{S}[A, B]$  and  $\mathcal{C}((1 + Az)/(1 + Bz)) = \mathcal{C}[A, B]$ ,  
( $-1 \leq B < A \leq 1$ ) are classes of Janowski starlike and convex functions, respectively,

(2)  $\mathcal{S}^*((1 + (1 - 2\beta)z)/(1 - z)) = \mathcal{S}^*(\beta)$  and  $\mathcal{C}((1 + (1 - 2\beta)z)/(1 - z)) = \mathcal{C}(\beta)$   
( $0 \leq \beta < 1$ ) are classes of starlike and convex functions of order  $\beta$ , respectively,

(3)  $\mathcal{S}^*\left(\left(\frac{1+z}{1-z}\right)^\beta\right) = \mathcal{S}_\beta^*$  and  $\mathcal{C}\left(\left(\frac{1+z}{1-z}\right)^\beta\right) = \mathcal{C}_\beta$  are class of strongly starlike and convex functions of order  $\beta$ , respectively,

(4)  $\mathcal{S}^*(\sqrt{1+z}) = \mathcal{S}_L^* = \left\{ f \in \mathcal{A}: \left| \left( \frac{z f'(z)}{f(z)} \right)^2 - 1 \right| < 1 \right\}$  is class of lemniscate starlike functions,

(5)  $\mathcal{S}^*(q_k(z)) = k - \mathcal{S}_p^* = \left\{ f \in \mathcal{A}: \operatorname{Re} \left( \frac{zf'(z)}{f(z)} \right) > k \left| \frac{zf'(z)}{f(z)} - 1 \right| \right\}$  is class of  $k$ -parabolik starlike functions,

(6)  $\mathcal{C}(q_k(z)) = k - \mathcal{UCV} = \left\{ f \in \mathcal{A}: \operatorname{Re} \left( 1 + \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right) > k \left| \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right| \right\}$  is class of  $k$ -uniformly convex functions.

Here, for  $0 \leq k < \infty$  the function

$$q_k: \mathbb{D} \rightarrow \{w = u + iv \in \mathbb{C}: u^2 > k^2((u-1)^2 + v^2), u > 0\}$$

has the form  $q_k(z) = 1 + Q_1z + Q_2z^2 + \dots$ , ( $z \in \mathbb{D}$ ) where

$$Q_1 = \begin{cases} \frac{2B^2}{1-k^2}; & 0 < k < 1, \\ \frac{8}{\pi^2}; & k = 1, \\ \frac{\pi^2}{4(k^2-1)\sqrt{t}(1+t)\mathcal{K}^2(t)}; & k > 1, \end{cases}$$

$$Q_2 = \begin{cases} \frac{(B^2+2)}{3} Q_1; & 0 < k < 1, \\ \frac{2}{3} Q_1; & k = 1, \\ \frac{[4\mathcal{K}^2(t)(t^2+6t+1)-\pi^2]}{24\sqrt{t}(1+t)\mathcal{K}^2(t)} Q_1; & k > 1, \end{cases} \quad (1.2)$$

with  $B = \frac{2}{\pi} \arccos k$  and  $\mathcal{K}(t)$  is the complete elliptic integral of first kind (see [18]).

A function  $f \in \mathcal{A}$  is said to be bi-univalent in  $\mathbb{D}$  if both  $f$  and its inverse map  $f^{-1}$  are univalent in  $\mathbb{D}$ . Let  $\sigma$  be the class functions  $f \in \mathcal{S}$  that are bi-univalent in  $\mathbb{D}$ . For a brief history and interesting examples of functions which are in (or are not in) in the class  $\sigma$ , including various properties of such functions we refer the reader to the work of Srivastava et al. [22] and references therein. Bounds for the first few coefficients of various subclasses of bi-univalent functions were obtained by a variety of authors including [4, 5, 6, 7], [10], [19], [23, 24, 26, 27]. Not much was known about the bounds of the general coefficients  $a_n$ ;  $n \geq 4$  of subclasses of  $\sigma$  up until the publication of the article [14] by Jahangiri and Hamidi and followed by a number of related publications (see [11]-[17]). In this paper, we apply the Faber polynomial expansions to certain subclass of bi-univalent functions and obtain bounds for their  $n - th$ ; ( $n \geq 3$ ) coefficients subject to a given gap series condition.

## 2. COEFFICIENT ESTIMATES

In the sequel, it is assumed that  $\varphi$  is an analytic function with positive real part in the unit disk  $\mathbb{D}$ , satisfying  $\varphi(0) = 1$ ,  $\varphi'(0) > 0$ , and  $\varphi(\mathbb{D})$  is symmetric with respect to the real axis. Such a function is known to be typically real with the series expansion  $\varphi(z) = 1 + B_1z + B_2z^2 + B_3z^3 + \dots$  where  $B_1, B_2$  are real and  $B_1 > 0$ . Motivated by a class of functions defined by the first author [7], we define the following comprehensive class of analytic functions

$$\mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi) \equiv \left\{ f \in \mathcal{A}: \frac{z(D_{\lambda\mu}^m f(z))' + \alpha z^2(D_{\lambda\mu}^m f(z))''}{(1-\alpha)(D_{\lambda\mu}^m f(z) + \alpha z(D_{\lambda\mu}^m f(z))')} < \varphi(z); 0 \leq \alpha \leq 1. \right\}$$

where  $0 \leq \mu \leq \lambda \leq 1, m \in \mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$  and  $D_{\lambda\mu}^m$  denote the differential operator given by

$$D_{\lambda\mu}^0 f(z) = f(z)$$

$$D_{\lambda\mu}^1 f(z) = D_{\lambda\mu} f(z) = \lambda\mu z^2 f''(z) + (\lambda - \mu)zf'(z) + (1 - \lambda + \mu)f(z)$$

$$D_{\lambda\mu}^m f(z) = D_{\lambda\mu}(D_{\lambda\mu}^{m-1} f(z)), \quad m \geq 2.$$

If  $f$  is given by (1.1) then from the definition of the operator  $D_{\lambda\mu}^m f(z)$  it is easy to see that

$$D_{\lambda\mu}^m f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} [1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu)(n-1)]^m a_n z^n.$$

A function  $f \in \mathcal{A}$  is said to be generalized bi-subordinate type  $\alpha$  if both  $f$  and its inverse map  $g = f^{-1}$  are in  $\mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi)$ . As special cases of the class  $\mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi)$  we have  $\mathcal{S}_\sigma(0, 0, \lambda, \mu; \varphi) \equiv \mathcal{S}^*(\varphi)$  and  $\mathcal{S}_\sigma(0, 1, \lambda, \mu; \varphi) \equiv \mathcal{C}(\varphi)$ .

In the following theorem we use the Faber polynomials introduced by Faber [9] to obtain a bound for the general coefficients  $|a_n|$  of the bi-univalent functions in  $\mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi)$  subject to a gap series condition.

**Theorem 1.** For  $0 \leq \alpha \leq 1$ , if both functions  $f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \rho_n z^n$  and its inverse map  $g = f^{-1}$  are in  $\mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi)$ , then

$$|\rho_n| \leq \frac{B_1}{(n-1)(1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu))^m (1 + \alpha(n-1))}$$

for  $\rho_t = 0, 2 \leq t \leq n-1$ .

*Proof.* If we write  $\Lambda(f(z)) = (1 - \alpha)(D_{\lambda\mu}^m f(z) + \alpha z(D_{\lambda\mu}^m f(z)))'$  then

$$f \in \mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi) \Leftrightarrow \frac{z\Lambda'(f(z))}{\Lambda(f(z))} < \varphi(z)$$

$$g = f^{-1} \in \mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi) \Leftrightarrow \frac{z\Lambda'(g(w))}{\Lambda(g(w))} < \varphi(w).$$

Also for the function  $f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \rho_n z^n$  we have  $\Lambda(f(z)) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n$  where

$$a_n = (1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu))^m (1 + \alpha(n-1))\rho_n.$$

Now, an application of Faber polynomial expansion to the power series  $\mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi)$  (e.g. see [2] or [3, equation (1.6)]) yields

$$\frac{z\Lambda'(f(z))}{\Lambda(f(z))} = 1 - \sum_{n=2}^{\infty} F_{n-1}(a_2, a_3, a_4, \dots, a_n) z^{n-1} \quad (2.1)$$

where

$$F_{n-1}(a_2, a_3, \dots, a_n) = \sum_{i_1+2i_2+\dots+(n-1)i_{n-1}=n-1} A(i_1, i_2, \dots, i_{n-1}) (a_2^{i_1} a_3^{i_2} \dots a_n^{i_{n-1}})$$

and

$$A(i_1, i_2, \dots, i_{n-1}) = (-1)^{(n-1)+2i_1+\dots+ni_{n-1}} \frac{i_1+i_2+\dots+i_{n-1}-(n-1)!}{(i_1!)(i_2!)\dots(i_{n-1}!)}$$

The first few terms of  $F_{n-1}(a_2, a_3, \dots, a_n)$  are

$$\begin{aligned} F_1 &= -a_2, F_2 = a_2^2 - 2a_3, F_3 = -a_2^3 + 3a_2a_3 - 3a_4, \\ F_4 &= a_2^4 - 4a_2^2a_3 + 4a_2a_4 + 2a_3^2 - 4a_5, \\ F_5 &= -a_2^5 + 5a_2^3a_3 + 5a_2^2a_4 - 5(a_3^2 - a_5)a_2 + 5a_3a_4 - 5a_6. \end{aligned}$$

By the same token, the coefficients of the inverse map  $g = f^{-1}$  may be expressed by

$$g(w) = f^{-1}(w) = w + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n} K_{n-1}^{-n}(a_2, a_3, \dots, a_n) w^n = w + \sum_{n=2}^{\infty} \tau_n w^n$$

where

$$\begin{aligned} K_{n-1}^{-n} &= \frac{(-n)!}{(-2n+1)!(n-1)!} a_2^{n-1} + \frac{(-n)!}{(2(-n+1)!(n-3)!} a_2^{n-3} a_3 \\ &+ \frac{(-n)!}{(-2n+3)!(n-4)!} a_2^{n-4} a_4 + \frac{(-n)!}{(2(-n+2)!(n-5)!} a_2^{n-5} [a_5 + (-n+2)a_3^2] \\ &+ \frac{(-n)!}{(-2n+5)!(n-6)!} a_2^{n-6} [a_6 + (-2n+5)a_3a_4] + \sum_{j \geq 7} a_2^{n-j} V_j \end{aligned}$$

and  $V_j$  for  $7 \leq j \leq n$  is a homogeneous polynomial in the variables  $a_3, a_4, \dots, a_n$ . Obviously,

$$\frac{z\Lambda'(g(w))}{\Lambda(g(w))} = 1 - \sum_{n=2}^{\infty} F_{n-1}(b_2, b_3, b_4, \dots, b_n) w^{n-1} \quad (2.2)$$

where  $b_n = (1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu))^m (1 + \alpha(n-1))\tau_n$ . Since, both functions  $f$  and its inverse map  $g = f^{-1}$  are in  $\mathcal{S}_\sigma(m, \alpha, \lambda, \mu; \varphi)$ , by the definition of subordination, there exist two Schwarz functions  $u(z) = c_1z + c_2z^2 + \dots + c_nz^n + \dots$ ,  $|u(z)| < 1$ ,  $z \in \mathbb{D}$  and  $v(w) = d_1w + d_2w^2 + \dots + d_nw^n + \dots$ ,  $|v(w)| < 1$ ,  $w \in \mathbb{D}$ , so that

$$\frac{z\Lambda'(f(z))}{\Lambda(f(z))} = \varphi(u(z)) = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} B_1 K_n^{-1}(c_1, c_2, \dots, c_n, B_1, B_2, \dots, B_n) z^n \quad (2.3)$$

and

$$\frac{z\Lambda'(g(w))}{\Lambda(g(w))} = \varphi(v(w)) = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} B_1 K_n^{-1}(d_1, d_2, \dots, d_n, B_1, B_2, \dots, B_n) w^n. \quad (2.4)$$

In general (e.g., see [1] and [2, equation (1.6)]), the coefficients  $K_n^p := K_n^p(k_1, k_2, \dots, k_n, B_1, B_2, \dots, B_n)$  are given by

$$\begin{aligned} K_n^p &= \frac{p!}{(p-n)!n!} k_1^n \frac{B_n}{B_1} + \frac{p!}{(p-n+1)!(n-2)!} k_1^{n-2} \frac{B_{n-1}}{B_1} \\ &+ \frac{p!}{(p-n+2)!(n-4)!} k_1^{n-3} \frac{B_{n-2}}{B_1} \\ &+ \frac{p!}{(p-n+3)!(n-4)!} k_1^{n-4} \left[ k_4 \frac{B_{n-3}}{B_1} + \frac{p-n+3}{2} k_2^2 \frac{B_{n-2}}{B_1} \right] \\ &+ \frac{p!}{(p-n+4)!(n-5)!} k_1^{n-5} \left[ k_5 \frac{B_{n-4}}{B_1} + (p-n+4)k_2k_3 \frac{B_{n-3}}{B_1} \right] + \sum_{j \geq 6} k_1^{n-j} X_j \end{aligned}$$

where  $X_j$  is a homogeneous polynomial of degree  $j$  in the variables  $k_2, k_3, \dots, k_n$ .

For the coefficients of the Schwarz functions  $u(z)$  and  $v(w)$  we have  $|c_n| \leq 1$  and  $|d_n| \leq 1$ . Comparing the corresponding coefficients of (2.1) and (2.3) yields

$$F_{n-1}(a_2, a_3, \dots, a_n) = B_1 K_n^{-1}(c_1, c_2, \dots, c_n, B_1, B_2, \dots, B_n) \quad (2.5)$$

which under the assumption  $a_t = 0$ ,  $2 \leq t \leq n - 1$  we get

$$-(n - 1)a_n = -(n - 1)(1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu))^m(1 + \alpha(n - 1))\rho_n - B_1 c_{n-1}. \quad (2.6)$$

Similarly, comparing the corresponding coefficients of (2.2) and (2.4) gives

$$F_{n-1}(b_2, b_3, \dots, b_n) = B_1 K_{n-1}^{-1}(d_1, d_2, \dots, d_{n-1}, B_1, B_2, \dots, B_n) \quad (2.7)$$

which by the hypothesis, we obtain

$$-(n - 1)b_n = -B_1 d_{n-1}.$$

Note that, for  $a_t = 0$ ,  $2 \leq t \leq n - 1$  we have  $b_n = -a_n$  and therefore

$$(n - 1)a_n = (n - 1)(1 + (\lambda\mu n + \lambda - \mu))^m(1 + \alpha(n - 1))\rho_n = -B_1 d_{n-1}. \quad (2.8)$$

Taking the absolute values of either of the equations (2.6) or (2.8) we obtain the required bound.

For different values of  $B_1$ ,  $B_2$  and  $\gamma$ , Theorem 1 demonstrates the unpredictability of the coefficients of the bi-subordinate functions. Determination of extremal functions for bi-univalent functions (in general) and for bi-subordinate functions (in particular) remains a challenge.

**Corollary 1.** *If both functions  $f$  and its inverse map  $g = f^{-1}$  are in  $\mathcal{S}^*(\varphi)$ , then*

$$|\rho_n| \leq \frac{B_1}{n-1}, \quad \rho_t = 0, \quad 2 \leq t \leq n - 1.$$

Taking  $\varphi(z) = (1 + Az)/(1 + Bz) = 1 + (A - B)z - B(A - B)z^2 + \dots$  in Corollary 1, we obtain result of Hamidi and Jahangiri (see [12]).

**Corollary 2.** *If both functions  $f$  and its inverse map  $g = f^{-1}$  are in  $\mathcal{C}(\varphi)$ , then*

$$|\rho_n| \leq \frac{B_1}{(n-1)n}, \quad \rho_t = 0, \quad 2 \leq t \leq n - 1.$$

**Corollary 3.** *If both functions  $f$  and its inverse map  $g = f^{-1}$  are in  $k - \mathcal{S}_p^*$  and  $k - \mathcal{UCV}$ , respectively, then for  $\rho_t = 0$ ,  $2 \leq t \leq n - 1$  we have*

$$|\rho_n| \leq \frac{Q_1}{(n-1)}$$

and

$$|\rho_n| \leq \frac{Q_1}{(n-1)n}$$

where  $Q_1$  is given by (1.2).

## REFERENCES

- [1] H. Airault, Remarks on Faber polynomials, *Int. Math. Forum* 3(9–12) (2008) 449–456.
- [2] H. Airault, A. Bouali, Differential calculus on the Faber polynomials, *Bull. Sci. Math.* 130 (3) (2006) 179–222.
- [3] H. Airault, J. Ren, An algebra of differential operators and generating functions on the set of univalent functions, *Bull. Sci. Math.* 126 (5) (2002) 343–367.
  
- [4] R.M. Ali, S.K. Lee, V. Ravichandran, S. Supramaniam, Coefficient estimates for bi-univalent Ma–Minda starlike and convex functions, *Appl. Math. Lett.* 25 (3) (2012) 344–351.
- [5] S. Bulut, Faber polynomial coefficient estimates for a comprehensive subclass of analytic bi-univalent functions, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I* 352 (6) (2014) 479–484.
- [6] M. Çağlar, H. Orhan and N. Yağmur, Coefficient bounds for new subclasses of bi-univalent functions, *Filomat* 27(7) (2013), 1165–1171.
- [7] E. Deniz, Certain subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate conditions, *J. Class. Anal.* 2 (1) (2013) 49–60.
- [8] E. Deniz, H. Orhan, The Fekete–Szegö problem for a generalized subclass of analytic functions, *Kyungpook Math. J.* 50 (2010), 37–47.
- [9] G. Faber, Faber polynomische Entwicklungen, *Math. Ann.* 57 (3) (1903) 389–408.
- [10] B.A. Frasin, M.K. Aouf, New subclasses of bi-univalent functions, *Appl. Math. Lett.* 24 (2011) 1569–1573.
- [11] S.G. Hamidi, J.M. Jahangiri, Faber polynomial coefficient estimates for analytic bi-close-to-convex functions, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I* 352 (1) (2014) 17–20.
- [12] S.G. Hamidi, J.M. Jahangiri, Faber polynomial coefficient of bi-subordinate functions, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I* 354 (4), (2016) 365–370.
- [13] S.G. Hamidi, J.M. Jahangiri, Faber polynomial coefficient estimates for bi-univalent functions defined by subordinations, *Bull. Iran. Math. Soc.* 41(5) (2015) 1103–1119.
- [14] J. M. Jahangiri, S. G. Hamidi, Coefficient estimates for certain classes of bi-univalent functions, *Int. J. Math. Math. Sci.* (2013) Article ID 190560, 4 pages.
- [15] J. M. Jahangiri, S. G. Hamidi, S. A. Halim, Coefficients of bi-univalent functions with positive real part derivatives, *Bull. Malay. Math. Sci. Soc.* (2)37 (2014), no. 3, 633–640.
- [16] J. M. Jahangiri, S. G. Hamidi, Faber polynomial coefficient estimates for analytic bi-Bazilevic functions, *Mat. Vesnik* 67(2) (2015), 123–129.
- [17] J. M. Jahangiri, N. Magesh, J. Yamini, Fekete-Szegö inequalities for classes of bi-starlike and bi-convex functions, *Electron. J. Math. Anal. Appl.* 3(1) (2015) 133–140.
- [18] S. Kanas, A. Wisniowska, Conic regions and  $k$  –uniform convexity, *J. Math. Anal. Appl.* 105 (1999) 327–336.
- [19] S. S. Kumar, V. Kumar and V. Ravichandran, Estimates for the initial coefficients of bi-univalent functions, *Tamsui Oxford J. Inform. Math. Sci.* 29(4) (2013) 487–504.
- [20] W. C. Ma, D. Minda, A unified treatment of some special classes of univalent functions, *Proceedings of the Conference on Complex Analysis (Tianjin, 1992)*, 157–169, *Conf. Proc. Lecture Notes Anal. I*, Int. Press, Cambridge, MA, 1994.
- [21] V. Ravichandran, Y. Polatoğlu, M. Bolcal, A. Şen, Certain subclasses of starlike and convex functions of complex order, *Hacettepe J. Math. Stat.* 34 (2005) 9–15.
- [22] H. M. Srivastava, A.K. Mishra, P. Gochhayat, Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions, *Appl. Math. Lett.* 23(10) (2010) 1188–1192.
- [23] H. M. Srivastava, S. Bulut, M. Çağlar, N. Yağmur, Coefficient estimates for a general subclass of analytic and bi-univalent functions, *Filomat* 27(5) (2013) 831–842.
- [24] H. M. Srivastava, S. S. Eker, R. M. Ali, Coefficient bounds for a certain class of analytic and bi-univalent functions, *Filomat* 29(8) (2015) 1839–1845.
- [25] P. Zaprawa, On the Fekete–Szegö problem for classes of bi-univalent functions, *Bull.*



- Belg. Math. Soc. Simon Stevin 21(1) (2014) 169–178.
- [26] Q.-H. Xu, Y.-C. Gui, H. M. Srivastava, Coefficient estimates for a certain subclass of analytic and bi-univalent functions, *Appl. Math. Lett.* 25 (2012) 990–994.
- [27] Q.-H. Xu, H.-G. Xiao, H. M. Srivastava, A certain general subclass of analytic and bi-univalent functions and associated coefficient estimate problems, *Appl. Math. Comput.* 218 (2012) 11461-11465.

**FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR CERTAIN SUBCLASSES OF ANALYTIC  
FUNCTIONS BY USING A DIFFERENTIAL OPERATOR**

**Prof. Dr. Erhan Deniz, Assoc. Prof. Dr. Murat Çağlar, Hümeysra Latife Laçın**

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

**ABSTRACT**

Let  $\mathcal{A}$  denote the class of functions in the open unit disk  $\mathcal{U} = \{z: |z| < 1\}$  and let  $\mathcal{S}$  be the class of function  $f$  that are univalent in  $\mathcal{U}$  and are of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n. \quad (1.1)$$

It is well-known that for  $f \in \mathcal{S}$ ,  $|a_3 - a_2^2| \leq 1$ . A classical theorem of Fekete-Szegö states that for  $f \in \mathcal{S}$  given by (1.1)

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} 3 - 4\eta & \text{if } \eta \geq 0, \\ 1 + 2 \exp\left(\frac{-2\eta}{1-\eta}\right) & \text{if } 0 < \eta < 1, \\ 4\eta - 3 & \text{if } \eta \leq -1. \end{cases}$$

This inequality is sharp in the sense that for each  $\eta$  there exists a function in  $\mathcal{S}$  such that equality holds. Later, Pfluger has considered the complex values of  $\eta$  and provided

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq 1 + 2 \left| \exp\left(\frac{-2\eta}{1-\eta}\right) \right|.$$

Up to this time, several authors have attempted to extend the above inequality to more general classes of analytic functions. A function  $f \in \mathcal{A}$  is said to be in the class  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  if

$$\Re \left( 1 + \frac{1}{b} \left( \frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} - 1 \right) \right) > 0$$

and we say that  $f \in \mathcal{A}$  belongs to  $C_m(b, \lambda)$  if

$$\Re \left( 1 + \frac{1}{b} \left( z \frac{(D_\lambda^m f(z))''}{(D_\lambda^m f(z))'} \right) \right) > 0$$

where  $b$  be a non zero complex number  $0 \leq \lambda$ ,  $m$  be non zero natural number and  $D_\lambda^m$  denote the differential operator given by

$$D_{\lambda, \mu}^0 f(z) = f(z)$$

$$D_\lambda^1 f(z) = D_\lambda f(z) = \lambda z^3 f'''(z) + (2\lambda + 1)z^2 f''(z) + z f'(z)$$

$$D_\lambda^m f(z) = D_\lambda(D_\lambda^{m-1} f(z))$$

In this paper, for the classes  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  and  $C_m(b, \lambda)$  the Fekete-Szegö problem is completely solved. Various new special cases of our results are also pointed out.

**Keywords:** Fekete-Szegö problem, starlike and convex functions of complex order, differential operator.

## 1. INTRODUCTION

Let  $\mathcal{A}$  denote the family of functions  $f$  of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \quad (1.1)$$

which are analytic in the open unit disk  $\mathcal{U} = \{z: |z| < 1\}$ . Further, let  $\mathcal{S}$  denote the class of functions which are univalent in  $\mathcal{U}$ . It is well-known that for  $f \in \mathcal{S}$ ,  $|a_3 - a_2^2| \leq 1$ . A classical theorem of Fekete-Szegö (see [7]) states that for  $f \in \mathcal{S}$  given by (1.1)

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} 3 - 4\eta & \text{if } \eta \geq 0, \\ 1 + 2\exp\left(\frac{-2\eta}{1-\eta}\right) & \text{if } 0 < \eta < 1, \\ 4\eta - 3 & \text{if } \eta \leq 1. \end{cases}$$

This inequality is sharp in the sense that for each  $\eta$  there exists a function in  $\mathcal{S}$  such that equality holds. Later, Pfluger (see [17]) has considered the complex values of  $\eta$  and provided

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq 1 + 2 \left| \exp\left(\frac{-2\eta}{1-\eta}\right) \right|.$$

Up to this time several authors have attempted to extend the above inequality to more general classes of analytic functions.

Given  $0 \leq \alpha < 1$ , a function  $f \in \mathcal{A}$  is said to be in the class  $\mathcal{S}^*(\alpha)$  of starlike functions of order  $\alpha$  in  $\mathcal{U}$  if

$$\Re \frac{zf'(z)}{f(z)} > \alpha, \quad z \in \mathcal{U}, 0 \leq \alpha < 1.$$

On the other hand, a function  $f \in \mathcal{A}$  is said to be in the class of convex functions of order  $\alpha$  in  $\mathcal{U}$ , denoted by  $\mathcal{C}(\alpha)$ , if

$$\Re \left( 1 + \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right) > \alpha, \quad z \in \mathcal{U}, 0 \leq \alpha < 1.$$

A notions of  $\alpha$ -starlikeness and  $\alpha$ -convexity were generalized onto a complex order  $\alpha$  by Nasr and Aouf (see [13]), Wiatrowski (see [21]), Nasr and Aouf (see [14]). In particular, the classes  $\mathcal{S}^* = \mathcal{S}^*(0)$  and  $\mathcal{C} = \mathcal{C}(0)$  are the familiar classes of starlike and convex functions in  $\mathcal{U}$ , respectively.

The linear differential operator  $D_\lambda^m f$  was defined by the authors in (see [6]) as follows

$$\begin{aligned} D_{\lambda,\mu}^0 f(z) &= f(z) \\ D_\lambda^1 f(z) &= D_\lambda f(z) = \lambda z^3 f'''(z) + (2\lambda + 1)z^2 f''(z) + z f'(z) \\ &\vdots \\ D_\lambda^m f(z) &= D_\lambda(D_\lambda^{m-1} f(z)) \end{aligned}$$

where  $0 \leq \lambda$ ,  $m$  be non zero natural number.

If  $f$  is given by (1.1) then from the definition of the operator  $D_\lambda^m f(z)$  it is easy to see that

$$D_\lambda^m f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} (n^2(\lambda(n-1) + 1))^m a_n z^n. \quad (1.2)$$

It should be remarked that the  $D_\lambda^m$  is a generalization of Sălăgean operator (see [20]).

Now, by making use of the differential operator  $D_{\lambda,\mu}^m$ , we define a new subclass of analytic functions.

**Definition 1.** Let  $b$  nonzero complex number,  $0 \leq \lambda$  and let  $f \in \mathcal{A}$ . We say that  $f$  belongs to  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  if

$$\Re \left( 1 + \frac{1}{b} \left( \frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} - 1 \right) \right) > 0$$

for  $z \in \mathcal{U}$ .

By giving specific values to the parameters  $m$ ,  $b$  and  $\lambda$  and, we obtain the following important subclasses studied by various authors in earlier works, for instance,  $\mathcal{S}_m(1 - \alpha, 0) = \mathcal{S}_m(\alpha)$  (Sălăgean (see [20])),  $\mathcal{S}_0(b, 0) = \mathcal{S}^*(1 - b)$  (Nasr and Aouf (see [13])),  $\mathcal{S}_1(b, 0) = \mathcal{C}(1 - b)$  (Wiatrowski (see [21]), Nasr and Aouf (see [14])). For special value of  $\lambda = 0$  from the general class  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  the new class  $\mathcal{S}_m(b)$  can be obtained.

Actually, many authors have considered the Fekete-Szegö problem for various subclasses of  $\mathcal{A}$ , the upper bound for  $|\alpha_3 - \eta\alpha_2^2|$  is investigated by many different authors (see [1, 2-4, 7, 9-12, 17]) and (see also recent investigations on this subject by [5, 8, 15, 16, 19]). In the present paper we concentrate on the Fekete-Szegö problem for the subclasses  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  and  $\mathcal{C}_m(b, \lambda)$ .

## 2.MAIN RESULTS

We denote by  $\mathcal{P}$  a class of analytic function in  $\mathcal{U}$  with  $p(0) = 1$  and  $\Re p(z) > 0$ . In order to derive our main results, we have to recall here the following Lemma (see [18]).

**Lemma 1.** Let  $p \in \mathcal{P}$  with  $p(z) = 1 + c_1 z + c_2 z^2 + \dots$ , then

$$|c_n| \leq 2, \quad \text{for } n \geq 1.$$

If  $|c_1| = 2$  then  $p(z) \equiv p_1(z) = (1 + \gamma_1 z)/(1 - \gamma_1 z)$  with  $\gamma_1 = c_1/2$ . Conversely, if  $p(z) \equiv p_1(z)$  for some  $|\gamma_1| = 1$ , then  $c_1 = 2\gamma_1$  and  $|c_1| = 2$ . Furthermore we have

$$\left| c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right| \leq 2 - \frac{|c_1|^2}{2}.$$

If  $|c_1| < 2$  and  $\left| c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right| = 2 - \frac{|c_1|^2}{2}$ , then  $p(z) \equiv p_2(z)$ , where

$$p_2(z) = \frac{1+z \frac{\gamma_2 z + \gamma_1}{1 + \gamma_1 \gamma_2 z}}{1-z \frac{\gamma_2 z + \gamma_1}{1 + \gamma_1 \gamma_2 z}},$$

and  $\gamma_1 = c_1/2, \gamma_2 = \frac{2c_2 - c_1^2}{4 - |c_1|^2}$ . Conversely, if  $p(z) \equiv p_2(z)$  for some  $|\gamma_1| < 1$  and  $|\gamma_2| = 1$  then  $\gamma_1 = c_1/2, \gamma_2 = \frac{2c_2 - c_1^2}{4 - |c_1|^2}$  and  $\left|c_2 - \frac{c_1^2}{2}\right| \leq 2 - \frac{|c_1|^2}{2}$ .

Now, we consider functional  $|a_3 - \eta a_2^2|$  for  $b$  nonzero complex number and  $\eta \in \mathbb{C}$ .

**Theorem 1.** Let  $b$  nonzero complex number and  $\eta \in \mathbb{C}$ . If  $f$  of the form (1.1) is in  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$ , then

$$|a_2| \leq \frac{2|b|}{A^m}, \tag{2.1}$$

$$|a_3| \leq \frac{|b|}{B^m} \max\{1, |1 + 2b|\} \tag{2.2}$$

and

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \frac{|b|}{B^m} \max\left\{1, \left|1 + 2b - 4\eta b \frac{B^m}{A^{2m}}\right|\right\}. \tag{2.3}$$

where  $A = 4(\lambda + 1)$  and  $B = 9(2\lambda + 1)$ . Consider the functions

$$\frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} = 1 + b[p_1(z) - 1] \tag{2.4}$$

and

$$\frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} = 1 + b[p_2(z) - 1] \tag{2.5}$$

where  $p_1, p_2$  are given in Lemma 1. Equality in (2.1) holds if (2.4); in (2.2) if (2.4) and (2.5); for each  $\eta$  in (2.3) if (2.4) and (2.5).

*Proof.* Denote  $D_\lambda^m f(z) = z + \beta_2 z^2 + \beta_3 z^3 + \dots$ , then

$$\beta_2 = A^m a_2, \quad \beta_3 = B^m a_3. \tag{2.6}$$

By the definition of the class  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  there exists  $p \in \mathcal{P}$  such that

$$\frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} = 1 + b(p(z) - 1), \text{ so that}$$

$$\left(\frac{z(1 + 2\beta_2 z + 3\beta_3 z^2 + \dots)}{z + \beta_2 z^2 + \beta_3 z^3 + \dots}\right) = 1 - b + b(1 + c_1 z + c_2 z^2 + \dots),$$

which implies the equality

$$z + 2\beta_2 z^2 + 3\beta_3 z^3 + \dots = z + (bc_1 + \beta_2)z^2 + (bc_2 + \beta_2 bc_1 + \beta_3)z^3 + \dots$$

Equating the coefficients of both sides we have

$$\beta_2 = bc_1, \quad \beta_3 = \frac{b^2 c_1^2}{2} + \frac{bc_2}{2}, \tag{2.7}$$

so that, on account of (2.6) and (2.7)

$$a_2 = \frac{bc_1}{A^m}, \quad a_3 = \frac{b}{2B^m} (bc_1^2 + c_2). \tag{2.8}$$

Taking into account (2.8) and Lemma 1, we obtain

$$|a_2| = \left| \frac{b}{A^m} c_1 \right| \leq \frac{2|b|}{A^m}, \quad (2.9)$$

and

$$\begin{aligned} |a_3| &= \left| \frac{b}{2B^m} \left[ c_2 - \frac{c_1^2}{2} + \frac{1+2b}{2} c_1^2 \right] \right| \\ &\leq \frac{|b|}{2B^m} \left[ 2 - \frac{|c_1|^2}{2} + |1+2b| \frac{|c_1|^2}{2} \right] \\ &= \frac{|b|}{B^m} \left[ 1 + |c_1|^2 \frac{|1+2b|-1}{4} \right] \\ &\leq \frac{|b|}{B^m} \max\{1, [1 + |1+2b|-1]\}. \end{aligned}$$

Thus, we have

$$|a_3| \leq \frac{|b|}{B^m} \max\{1, |1+2b|\}.$$

Then, with the aid of Lemma 1, we obtain

$$\begin{aligned} |a_3 - \eta a_2^2| &= \left| \frac{b}{2B^m} (bc_1^2 + c_2) - \eta \frac{b^2 c_1^2}{A^{2m}} \right| \\ &\leq \frac{|b|}{2B^m} \left( \left| c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right| + \frac{|c_1|^2}{2} \left| 1+2b - \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} \right| \right) \\ &\leq \frac{|b|}{2B^m} \left( 2 - \frac{|c_1|^2}{2} + \frac{|c_1|^2}{2} \left| 1+2b - \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} \right| \right) \\ &= \frac{|b|}{B^m} \left[ 1 + \frac{|c_1|^2}{4} \left( \left| 1+2b - \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} \right| - 1 \right) \right] \\ &\leq \frac{|b|}{B^m} \max \left\{ 1, \left| 1+2b - \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} \right| \right\}. \end{aligned} \quad (2.10)$$

We now obtain sharpness of the estimates in (2.1), (2.2) and (2.3).

Firstly, in (2.1) the equality holds if  $c_1 = 2$ . Equivalently, we have

$p(z) \equiv p_1(z) = (1+z)/(1-z)$ . Therefore, the extremal function in  $\mathcal{S}_m(b, \lambda, \mu)$  is given by

$$\frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} = \frac{1+(2b-1)z}{1-z}. \quad (2.11)$$

Next, in (2.2), for first case, the equality holds if  $c_1 = c_2 = 2$ . Therefore, the extremal functions in  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  is given by (2.11) and for second case, the equality holds if  $c_1 = 0, c_2 = 2$ . Equivalently, we have  $p(z) \equiv p_2(z) = (1+z^2)/(1-z^2)$ . Therefore, the extremal function in  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  is given by

$$\frac{z(D_\lambda^m f(z))'}{D_\lambda^m f(z)} = \frac{1+(2b-1)z^2}{1-z^2}. \quad (2.12)$$

Finally, in (2.3), the equality holds. Obtained extremal function for (2.2) is also valid for (2.3). Thus, the proof of Theorem 1 is completed.

We next consider the case, when  $\eta$  and  $b$  are real. Then we have:

**Theorem 2.** Let  $b > 0$  and let  $f \in \mathcal{S}_m(b, \lambda, \mu)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{R}$  we have

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{b}{B^m} \left\{ 1 + 2b \left[ 1 - \frac{2\eta B^m}{A^{2m}} \right] \right\} & \text{if } \eta \leq \frac{A^{2m}}{2B^m}, \\ \frac{b}{B^m} & \text{if } \frac{A^{2m}}{2B^m} \leq \eta \leq \frac{(1+2b)A^{2m}}{4bB^m}, \\ \frac{b}{B^m} \left[ \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} - 2b - 1 \right] & \text{if } \eta \geq \frac{(1+2b)A^{2m}}{4bB^m}. \end{cases}$$

where  $A = 4(\lambda + 1)$  and  $B = 9(2\lambda + 1)$ . For each  $\eta$ , the equality holds for functions in (2.4) and (2.5).

*Proof.* First, let  $\eta \leq \frac{A^{2m}}{2B^m} \leq \frac{(1+2b)A^{2m}}{4bB^m}$ . In this case (2.8) and Lemma 1 give

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \frac{b}{2B^m} \left[ 2 - \frac{|c_1|^2}{2} + \frac{|c_1|^2}{2} \left( 1 + 2b - \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} \right) \right] \leq \frac{b}{B^m} \left[ 1 + 2b \left( 1 - \frac{2\eta B^m}{A^{2m}} \right) \right]$$

Let, now  $\frac{A^{2m}}{2B^m} \leq \eta \leq \frac{(1+2b)A^{2m}}{4bB^m}$ . Then, using the above calculations, we obtain

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \frac{b}{B^m}.$$

Finally, if  $\eta \geq \frac{(1+2b)A^{2m}}{4bB^m}$ , then

$$\begin{aligned} |a_3 - \eta a_2^2| &\leq \frac{b}{2B^m} \left[ 2 - \frac{|c_1|^2}{2} + \frac{|c_1|^2}{2} \left( \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} - 1 - 2b \right) \right] \\ &= \frac{b}{2B^m} \left[ 2 + \frac{|c_1|^2}{2} \left( \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} - 2 - 2b \right) \right] \\ &\leq \frac{b}{B^m} \left[ \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} - 2b - 1 \right]. \end{aligned}$$

Thus, the proof of Theorem 2 is completed.

Finally, we consider the case, when  $b$  nonzero complex number and  $\eta \in \mathbb{R}$ . Then we get:

**Theorem 3.** Let  $b$  be a nonzero complex number and let  $f \in \mathcal{S}_m(b, \lambda)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{R}$  we have

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{4|b|^2}{A^{2m}} [\Re(k_1) - \eta] + \frac{|b||\sin\theta|}{B^m} & \text{if } \eta \leq N_1, \\ \frac{|b|}{B^m} & \text{if } N_1 \leq \eta \leq R_1, \\ \frac{4|b|^2}{A^{2m}} [\eta - \Re(k_1)] + \frac{|b||\sin\theta|}{B^m} & \text{if } \eta \geq R_1. \end{cases}$$

where  $A = 4(\lambda + 1)$  and  $B = 9(2\lambda + 1)$ ,  $|b| = be^{i\theta}$ ,  $k_1 = \frac{A^{2m}}{2B^m} + \frac{A^{2m}e^{i\theta}}{4|b|B^m}$ ,  $N_1 = \frac{A^{2m}}{4|b|B^m}$ ,

$N_1 = \Re(k_1) - \ell_1(1 - |\sin\theta|)$  and  $R_1 = \Re(k_1) + \ell_1(1 - |\sin\theta|)$ . For each  $\eta$  there is a function in  $\mathcal{S}_m(b, \lambda)$  such that the equality holds.

*Proof.* From the inequality (2.10), we have

$$\begin{aligned} |a_3 - \eta a_2^2| &= \frac{|b|}{2B^m} \left( \left| c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right| + \frac{|c_1|^2}{2} \left| 1 + 2b - \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} \right| \right) \\ &\leq \frac{|b|}{2B^m} \left[ 2 - \frac{|c_1|^2}{2} + \frac{|c_1|^2}{2} \left| 1 + 2b - \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} \right| \right] \\ &= \frac{|b|}{2B^m} \left[ \frac{|c_1|^2}{2} \left( \left| 1 + 2b - \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} \right| - 1 \right) + 2 \right] \\ &= \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|}{4B^m} \left[ \left| \frac{4\eta b B^m}{A^{2m}} - 2b - 1 \right| - 1 \right] |c_1|^2 \\ &= \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|^2}{A^{2m}} \left[ \left| \eta - \frac{A^{2m}}{2B^m} - \frac{A^{2m}}{4bB^m} \right| - \frac{A^{2m}}{4|b|B^m} \right] |c_1|^2. \end{aligned}$$

If we write  $|b| = be^{i\theta}$  (or  $b = |b|e^{-i\theta}$ ),  $\frac{A^{2m}}{2B^m} + \frac{A^{2m}e^{i\theta}}{4|b|B^m} = k_1$  and  $\frac{A^{2m}}{4|b|B^m} = \ell_1$  in last equation, we get

$$\begin{aligned} |a_3 - \eta a_2^2| &\leq \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|^2}{A^{2m}} [|\eta - k_1| - \ell_1] |c_1|^2 \\ &\leq \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|^2}{A^{2m}} [|\eta - \Re(k_1)| + \ell_1 |\sin\theta| - \ell_1] |c_1|^2 \\ &= \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|^2}{A^{2m}} [|\eta - \Re(k_1)| - \ell_1(1 - |\sin\theta|)] |c_1|^2. \end{aligned} \quad (2.13)$$

We consider the following cases for (2.13). Suppose  $\eta \leq \Re(k_1)$ . Then

$$\begin{aligned} |a_3 - \eta a_2^2| &\leq \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|^2}{A^{2m}} [\Re(k_1) - \ell_1(1 - |\sin\theta|) - \eta] |c_1|^2 \\ &= \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|^2}{A^{2m}} [N_1 - \eta] |c_1|^2. \end{aligned} \quad (2.14)$$

Let  $\eta \leq N_1 = \Re(k_1) - \ell_1(1 - |\sin\theta|)$ . By using Lemma 1 and  $\ell_1 = \frac{A^{2m}}{4|b|B^m}$  in inequality (2.14), we get

$$\begin{aligned} |a_3 - \eta a_2^2| &\leq \frac{|b|}{B^m} + \frac{4|b|^2}{A^{2m}} (\Re(k_1) - \eta) - \frac{4|b|^2}{A^{2m}} \frac{A^{2m}}{4|b|B^m} (1 - |\sin\theta|) \\ &= \frac{|b|}{B^m} + \frac{4|b|^2}{A^{2m}} (\Re(k_1) - \eta) - \frac{|b|}{B^m} (1 - |\sin\theta|) \\ &= \frac{4|b|^2}{A^{2m}} (\Re(k_1) - \eta) + \frac{|b||\sin\theta|}{B^m}. \end{aligned}$$

If we take  $N_1 = \Re(k_1) - \ell_1(1 - |\sin\theta|) \leq \eta \leq \Re(k_1)$ , then (2.14) gives

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \frac{|b|}{B^m}.$$

Let  $\eta \geq \Re(k_1)$ . From (2.13) we get



$$\begin{aligned}
 |a_3 - \eta a_2^2| &\leq \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|^2}{A^{2m}} [\eta - (\Re(k_1) + \ell_1(1 - |\sin\theta|))] |c_1|^2 \\
 &= \frac{|b|}{B^m} + \frac{|b|^2}{A^{2m}} [\eta - R_1] |c_1|^2.
 \end{aligned} \tag{2.15}$$

Let  $\eta \leq R_1 = \Re(k_1) + \ell_1(1 - |\sin\theta|)$ . Applying (2.15) we obtain

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \frac{|b|}{B^m}.$$

Let  $\eta \geq R_1 = \Re(k_1) + \ell_1(1 - |\sin\theta|)$ . By using Lemma 1 and  $\ell_1 = \frac{A^{2m}}{4|b|B^m}$  in equality (2.15), we get

$$\begin{aligned}
 |a_3 - \eta a_2^2| &\leq \frac{|b|}{B^m} + \frac{4|b|^2}{A^{2m}} (\eta - \Re(k_1)) - \frac{|b|}{B^m} (1 - |\sin\theta|) \\
 &\leq \frac{4|b|^2}{A^{2m}} (\eta - \Re(k_1)) + \frac{|b||\sin\theta|}{B^m}.
 \end{aligned}$$

Therefore, the proof is completed.

**Corollary 1.** *If we take  $\lambda = 0$  in Theorems 1-3, we have following new results, respectively.*

1. Let  $b \in \mathbb{C}, b \neq 0$  and  $f \in \mathcal{S}_m(b)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{C}$  we have

$$\begin{aligned}
 |a_2| &\leq \frac{|b|}{2^{2m-2}}, \\
 |a_3| &\leq \frac{|b|}{3^{2m}} \max\{1, |1 + 2b|\}
 \end{aligned}$$

and

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \frac{|b|}{3^{2m}} \max\left\{1, \left|1 + 2b - 4\eta b \left(\frac{3}{4}\right)^{2m}\right|\right\}.$$

Equality holds for the cases  $\lambda = 0$ , of (2.4) and (2.5) in Theorem 1.

2. Let  $b > 0$  and  $f \in \mathcal{S}_m(b)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{R}$  we have

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{b}{3^{2m}} \left\{1 + 2b \left[1 - 2\eta \left(\frac{3}{4}\right)^{2m}\right]\right\} & \text{if } \eta \leq \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3}\right)^{2m}, \\ \frac{b}{3^{2m}} & \text{if } \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3}\right)^{2m} \leq \eta \leq \frac{(1+2b)}{4b} \left(\frac{4}{3}\right)^{2m}, \\ \frac{b}{3^{2m}} \left[4\eta b \left(\frac{3}{4}\right)^{2m} - 2b - 1\right] & \text{if } \eta \geq \frac{(1+2b)}{4b} \left(\frac{4}{3}\right)^{2m}. \end{cases}$$

For each  $\eta$ , the equality holds for the cases  $\lambda = 0$  of (2.4) and (2.5).

3. Let  $b \in \mathbb{C}, b \neq 0$  and  $f \in \mathcal{S}_m(b)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{R}$  we have

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{|b|^2}{2^{4m-2}} [\Re(k_1) - \eta] + \frac{|b||\sin\theta|}{3^{2m}} & \text{if } \eta \leq N_1, \\ \frac{|b|}{3^{2m}} & \text{if } N_1 \leq \eta \leq R_1, \\ \frac{|b|^2}{2^{4m-2}} [\eta - \Re(k_1)] + \frac{|b||\sin\theta|}{3^{2m}} & \text{if } \eta \geq R_1. \end{cases}$$

where  $|b| = be^{i\theta}$ ,  $k_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{3}\right)^{2m} - \left(\frac{4}{3}\right)^{2m} \frac{e^{i\theta}}{4|b|}$ ,  $\ell_1 = \left(\frac{4}{3}\right)^{2m} \frac{1}{4|b|}$ ,  $N_1 = \Re(k_1) - \ell_1(1 - |\sin\theta|)$  and  $R_1 = \Re(k_1) + \ell_1(1 - |\sin\theta|)$ . For each  $\eta$  there is a function in  $\mathcal{S}_m(b)$  such that the equality holds.

As an analogue to the complex  $n$ th starlikeness of a complex order we can introduce the notion of  $n$ th convexity of a complex order as follows:

**Definition 2.** Let  $b$  be a nonzero complex number and let  $f \in \mathcal{A}$ . We say that  $f$  belongs to  $\mathcal{C}_m(b, \lambda)$  if

$$\operatorname{Re} \left( 1 + \frac{1}{b} \left( z \frac{(D_\lambda^m f(z))''}{(D_\lambda^m f(z))'} \right) \right) > 0$$

We easily obtain bounds of coefficients and a solution of the Fekete-Szegö problem in  $\mathcal{C}_m(b, \lambda)$ . For special values of  $\lambda = 1$  and  $\mu = 0$  from the general class  $\mathcal{C}_m(b, \lambda)$  the new class  $\mathcal{C}_m(b)$  can be obtained.

**Theorem 4.** Let  $b$  be a nonzero complex number and  $\eta \in \mathbb{C}$ ,  $0 \leq \lambda$ . If  $f$  of the form (1.1) is in  $\mathcal{C}_m(b, \lambda)$ , then

$$|a_2| \leq \frac{|b|}{A^m},$$

$$|a_3| \leq \frac{|b|}{3B^m} \max\{1, |1 + 2b|\}$$

and

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \frac{|b|}{3B^m} \max\left\{1, \left|1 + 2b - \eta \frac{3bB^m}{A^{2m}}\right|\right\}.$$

where  $A = 4(\lambda + 1)$  and  $B = 9(2\lambda + 1)$ . For each  $\eta$  there is a function in  $\mathcal{C}_m(b, \lambda)$  such that equalities holds.

**Theorem 5.** Let  $b > 0$  and let  $f \in \mathcal{C}_m(b, \lambda)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{R}$  we have

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{b}{3B^m} \left[ 1 + 2b - \eta \frac{3bB^m}{A^{2m}} \right] & \text{if } \eta \leq \frac{4A^{2m}}{3B^m}, \\ \frac{b}{3B^m} & \text{if } \frac{4A^{2m}}{3B^m} \leq \eta \leq \frac{(1+2b)A^{2m}}{3bB^m}, \\ \frac{b}{3B^m} \left[ -1 - 2b + \eta \frac{3bB^m}{A^{2m}} \right] & \text{if } \eta \geq \frac{(1+2b)A^{2m}}{3bB^m}. \end{cases}$$

where  $A = 4(\lambda + 1)$  and  $B = 9(2\lambda + 1)$ . For each  $\eta$  there is a function in  $\mathcal{C}_m(b, \lambda)$  such that equality holds.

**Theorem 6.** Let  $b$  be a nonzero complex number and let  $f \in \mathcal{C}_m(b, \lambda)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{R}$  we have

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{|b|^2}{A^{2m}} (\Re(k_2) - \eta) + \frac{|b||\sin\theta|}{3B^m} & \text{if } \eta \leq N_2 \\ \frac{|b|}{3B^m} & \text{if } N_2 \leq \eta \leq R_2 \\ \frac{|b|^2}{A^{2m}} (\eta - \Re(k_2)) + \frac{|b||\sin\theta|}{3B^m} & \text{if } \eta \geq R_2 \end{cases}$$

where  $A = 4(\lambda + 1)$  and  $B = 9(2\lambda + 1)$ ,  $|b| = be^{i\theta}$ ,  $k_2 = \frac{2A^{2m}}{3B^m} + \frac{A^{2m}e^{i\theta}}{3|b|B^m}$ ,  $\ell_2 = \frac{A^{2m}}{3|b|B^m}$ ,  $N_2 = \Re(k_2) - \ell_2(1 - |\sin\theta|)$  and  $R_2 = \Re(k_2) + \ell_2(1 - |\sin\theta|)$ . For each  $\eta$  there is a function in  $\mathcal{C}_m(b, \lambda)$  such that equality holds.

**Corollary 2.** If we take  $\lambda = 0$  in Theorems 4-6, we have the following new results.

1. Let  $b \in \mathbb{C}, b \neq 0$  and  $f \in \mathcal{C}_m(b)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{C}$  we have

$$|a_2| \leq \frac{|b|}{2^{2m}},$$

$$|a_3| \leq \frac{|b|}{3^{2m+1}} \max\{1, |1 + 2b|\}$$

and

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \frac{|b|}{3^{2m+1}} \max\left\{1, \left|1 + 2b - 3\eta b \left(\frac{3}{4}\right)^{2m}\right|\right\}.$$

For each  $\eta$  there is a function in  $\mathcal{C}_m(b)$  such that equality holds.

2. Let  $b > 0$  and  $f \in \mathcal{C}_m(b)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{R}$  we have

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{b}{3^{2m+1}} \left[1 + 2b - 3\eta b \left(\frac{3}{4}\right)^{2m}\right] & \text{if } \eta \leq \left(\frac{4}{3}\right)^{2m+1}, \\ \frac{b}{3^{2m+2}} & \text{if } \left(\frac{4}{3}\right)^{2m+1} \leq \eta \leq \frac{(1+2b)}{3b} \left(\frac{4}{3}\right)^{2m}, \\ \frac{b}{3^{2m+1}} \left[-1 - 2b + 3\eta b \left(\frac{3}{4}\right)^{2m}\right] & \text{if } \eta \geq \frac{(1+2b)}{3b} \left(\frac{4}{3}\right)^{2m}. \end{cases}$$

For each  $\eta$  there is a function in  $\mathcal{C}_m(b)$  such that equality holds.

3. Let  $b \in \mathbb{C}, b \neq 0$  and  $f \in \mathcal{C}_m(b)$ . Then for  $\eta \in \mathbb{R}$  we have

$$|a_3 - \eta a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{|b|^2}{2^{2m}} (\Re(k_2) - \eta) + \frac{|b||\sin\theta|}{3^{2m+1}} & \text{if } \eta \leq N_2 \\ \frac{|b|}{3^{2m+1}} & \text{if } N_2 \leq \eta \leq R_2 \\ \frac{|b|^2}{2^{2m}} (\eta - \Re(k_2)) + \frac{|b||\sin\theta|}{1} & \text{if } \eta \geq R_2 \end{cases}$$

where  $|b| = be^{i\theta}$ ,  $k_2 = \frac{2}{3}\left(\frac{4}{3}\right)^{2m} - \frac{e^{i\theta}}{3|b|}\left(\frac{4}{3}\right)^{2m}$ ,  $\ell_2 = \frac{1}{3|b|}\left(\frac{4}{3}\right)^{2m}$ ,  $N_2 = \Re(k_2) - \ell_2(1 - |\sin\theta|)$  and  $R_2 = \Re(k_2) + \ell_2(1 - |\sin\theta|)$ . For each  $\eta$  there is a function in  $\mathcal{C}_m(b)$  such that equality holds.

## REFERENCES

- [1] H. R. Abdel-Gawad, D.K. Thomas, The Fekete Szegö problem for strongly close-to-convex functions, Proc. Amer. Math. Soc. 114 (1992) 345-349.
- [2] A Chonweerayoot, D.K. Thomas, W. Upakarnitikaset, On the Fekete Szegö theorem for close-to-convex functions, Publ. Inst. Math. (Beograd) (N.S.) 66 (1992) 18-26.
- [3] M. Darus, D. K. Thomas, On the Fekete Szegö theorem for close-to-convex functions, Math. Japonica 44 (1996) 507-511.
- [4] M. Darus, D. K. Thomas, On the Fekete Szegö theorem for close-to-convex functions, Math. Japonica 47 (1998) 125-132.
- [5] E. Deniz, M. Çağlar, H. Orhan, The Fekete-Szegö problem for a class of analytic functions defined by Dziok-Srivastava operator, Kodai Math. J. 35 (2012) 439-462.
- [6] E. Deniz, Y. Özkan, Subclass of analytic functions defined by a new differential operator. ActaUni.Apulensis, 40(7), (2014) 85-95.
- [7] M. Fekete, G. Szegö, Eine Bemerkung über ungerade schlichte Funktionen, J. Lond. Math. Soc. 8 (1933) 85-89.
- [8] S. Kanas, H. E. Darwish, Fekete Szegö problem for starlike and convex functions of complex order, Appl. Math. Lett. 23(7) (2010) 777-782.
- [9] F. R. Keogh, E. P. Merkes, A coefficient inequality for certain classes of analytic functions, Proc. Amer. Math. Soc. 20 (1969) 8-12.
- [10] W. Koepf, On the Fekete Szegö problem for close-to-convex functions, Proc. Amer. Math. Soc. 101 (1987) 89-95.
- [11] R. R. London, Fekete Szegö inequalities for close-to-convex functions, Proc. Amer. Math. Soc. 117 (1993) 947-950.
- [12] W. Ma, D. Minda, A unified treatment of some special classes of univalent functions, in: Z. Li, F. Ren, L. Yang, S. Zhang (Eds.), Proceeding of Conference on Complex Analytic, Int. Press, (1994) 157-169.
- [13] M. A. Nasr, M. K. Aouf, Starlike function of complex order, J. Natur. Sci. Math. 25 (1985) 1-12.
- [14] M. A. Nasr, M. K. Aouf, On convex functions of complex order, Mansoura Sci. Bull. (1982) 565-582.
- [15] H. Orhan, E. Deniz, D. Răducanu, The Fekete-Szegő problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains, Comput. Math. Appl. 59 (2010) 283-295.

- [16] H. Orhan, D. Răducanu, Fekete-Szegö problem for strongly starlike functions associated with generalized hypergeometric functions, *Math. Comput. Modelling* 50 (2009) 430-438.
- [17] A. Pfluger, The Fekete-Szegö inequality by a variational method, *Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. AI* 10 (1984).
- [18] C. Pommerenke, *Univalent Functions*, in: *Studia Mathematica Mathematische Lehrbücher*, Vandenhoeck and Ruprecht, 1975
- [19] D. Raducanu, On the Fekete-Szegö inequality for a class of analytic functions defined by using the generalized Salagean operator, *General Math.* 16(3) (2008) 19-27.
- [20] G. S. Sălăgean, Subclasses of univalent functions, *Complex analysis –Proc. 5th Rom.-Finn. Semin., Bucharest 1981, Part 1, Lect. Notes Math.* 1013 (1983) 362-372.
- [21] P. Wiatrowski, The coefficients of a certain family of holomorphic functions, *Zeszyty Nauk. Uniw. Lodz., Nauki. Mat. Przyrod. Ser. II* (1971) 75-85.

## İÇERİSİNDE N TANE ÇEMBER BULUNDURAN PROBLEMLERİN EVRİTİMLE BASİTLEŞTİRİLMESİ

Engin BOZAN<sup>1</sup>, Prof. Dr. Erhan DENİZ<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Kafkas University,

### Özet:

Küçük çemberlere ve en büyük çemberlere teğet olacak şekilde ardışık n tane çember çizdiğimizde oluşan problemlerde yarıçaplar arasında bağıntıları daha kısa ve kolay bir yolla bulabilmek için ciddi bir araştırma gerektiğini gördük .Daha önce yapılmış çalışmalarını inceleyip ele aldığımız teoremlere taradığımız kaynaklarda bulunmayan ispatlar ürettik sonuçlar bulduk. Problemler ürettik o kaynaklardan farklı olarak aşağıda yazdığımız bulgulara ulaştık:

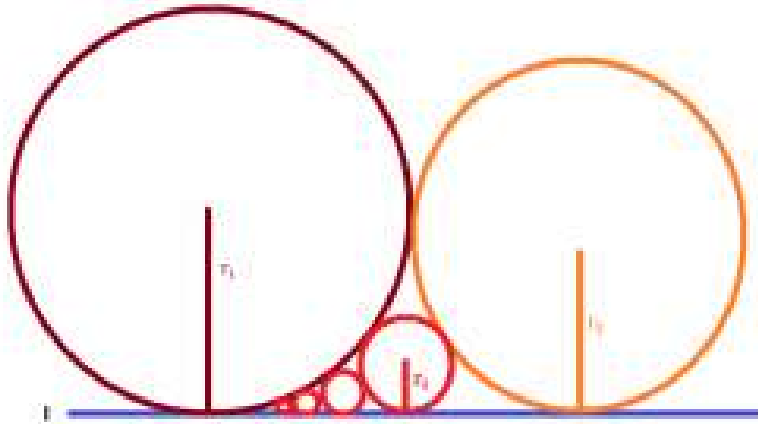
C çemberinin yarıçapı  $r$  ve C çemberinin evriği olan C' çemberinin yarıçapı  $r'$ , evritim merkezi olan T noktası ile C çemberi arasındaki uzunluk  $d$  olmak üzere,  $r$  ile  $r'$  arasında

$$r' = \frac{k^2 \cdot r}{|d^2 - r^2|} \text{ bağıntısı vardır .}$$

Evritim merkezinden geçip evrik çembere teğet olan doğru geçtiği evritim merkezinden evrik çembere teğet olma noktasına kadar olan uzunluk  $V$  olmak üzere  $V^2 = \frac{r'k^2}{r}$  bağıntısı vardır.

Hem  $r_1$  yarıçaplı çembere hem de  $l$  doğrusuna teğet olan  $n$  tane çemberden oluşan şekilde

$$r_n = \frac{r_1 r_2}{((n-2)\sqrt{r_2} + \sqrt{r_1})^2} \text{ bağıntısını elde ettik.}$$



Evritim merkezinden geçen iki çembere teğet olan veya evritim merkezinden geçen bir doğru ve bir çembere teğet olan evritim merkezinden geçmeyen çemberin evriği evritim

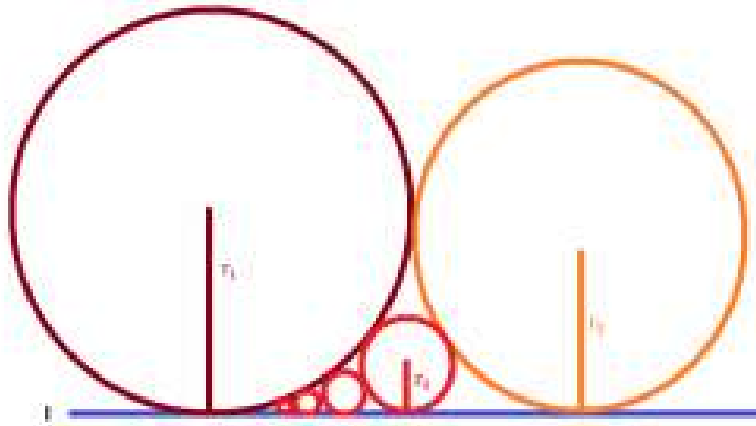
merkezinden geçen çember ve doğruların evrikleri olan doğrulara teğet ve bunların arasındadır.

**Anahtar kelimeler:** Çember , Yarıçap , Evritim

### ABSTRACT

We found out that serious studies are required to easily and quickly be able to find the connections among the radiuses on the problems occurring when we draw sequential  $n$  pieces of circles. We have obtained the results unavailable in the sources we investigated before after viewing the previous studies. We have produced some problems and reached the results below:

- If the radius of the circle  $C$  is  $r$ , the radius of the circle  $C'$  which is the inversion of the circle  $C$  is  $r'$  and the length between the circle  $C$  and the point  $T$  which is the center of the inversion, there is  $r' = \frac{k^2 \cdot r}{|d^2 - r^2|}$  relation between  $r$  and  $r'$
- If the length from the center of the inversion on which the straight line passes ,this straight line is the tangent for the inverse circle and passes over the center of the inversion, to the tangent point for the inverse circle is  $V$  , there is  $V^2 = \frac{r' k^2}{r}$  relation.
- We have obtained  $r_n = \frac{r_1 r_2}{((n-2)\sqrt{r_2} + \sqrt{r_1})^2}$  relation in both the circle with  $r_1$  and  $n$  pieces of the circles which is the tangent for  $l$  straight line.



We have achieved our goal by obtaining different interpretation for the proof of the two theorems and by discovering five relations on this subject.

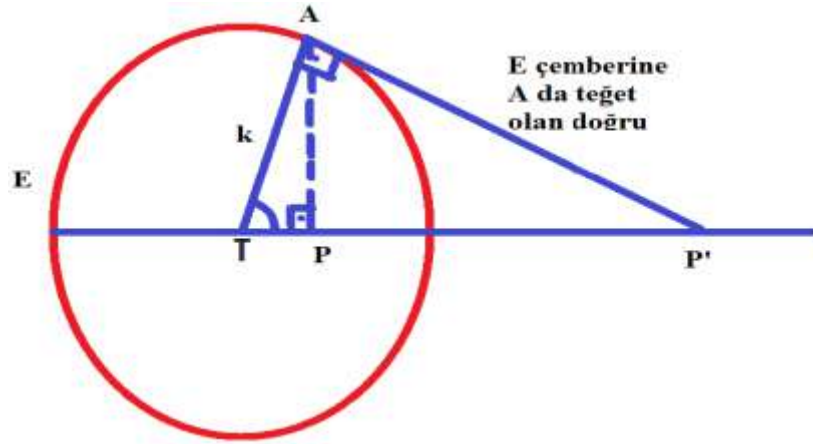
**Key Words:** : circle, radius, inversion.

## 1.GİRİŞ:

Küçük çemberlere ve en büyük çemberlere teğet olacak şekilde ardışık n tane çember çizdiğimizde yarıçaplar arasında nasıl bir bağıntı bulacağımızı merak ettik.Bu şekil ve bundan daha çok çember içeren şekillerde klasik yollarla çemberlerin yarıçapları arasında bağıntılar bulmak uzun yorucu işlemler gerektirir.Bu bağıntıları nasıl daha kısa ve kolay bir yolla bulabilmek için ciddi bir araştırma gerektiğini gördük ve çalışmalara başladık. Cem TEZER'in 1992-I ve 1992-II Matematik dünyası dergisindeki Evritim I-II yazılarıyla karşılaştık öklid geometrisinden kaynağını alıp öklid dışı geometri olarak gelişen Evritim(evritim,inversiyon) dönüşümünden bahsediyordu evritimi kısaca şekillerin çembere göre yansınması olarak tanımlıyordu .

### Tanım:

Evritim: Bir noktanın doğrunun veya çemberin bir çembere göre aksına (yansınasına) evritim denir.Oluşan şekle şeklin evriği şeklin üzerine yansıtıldığı çembere evritim çemberi denir(Bkz.Şekil2)



Şekil2:E evritim çemberinin merkezi T ve yarıçapı k dır.P' noktası P noktasının evriğidir.TAP üçgeni ile TAP' üçgeninin birer açısı aynı ve T açıları eşit olduğundan A.A.A benzerlik teoreminden TAP ve TAP' üçgenleri benzerdir. TAP ve TAP' üçgenleri benzer olduğundan

$$\frac{TP}{k} = \frac{k}{TP'} \text{ eşitliğinden } TP \cdot TP' = k^2 \text{ evritim tanımının bağıntısı olarak bulunur.}$$

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çoklu çember,çember zincirleri sorularına evritim(evritim) dönüşümüyle basit yeni ,orijinal ,etkili ve işlem kalabalığına gerek kalmadan ve kullanışlı bir çözüm yolu hatta n tane çember için n in her değeri için geçerli olacak genel bir formül bulmayı, Evritim dönüşümlerindeki teoremleri yeniden elde edip ispatlarını daha önce hiç yapılmamış şekilde, kolay ve anlaşılır biçimde yapıp evritim dönüşümlerinin bir sağlayacağı kolaylığa dikkat çekmeği amaçladık.

Üçgende kenar açı kenar benzerlik teoremini ,Öklid bağıntısını, çemberde dışındaki noktanın çembere göre kuvveti özelliğini kullanarak ayrıntılı çizimlerle çemberi çembere göre yansıtıp



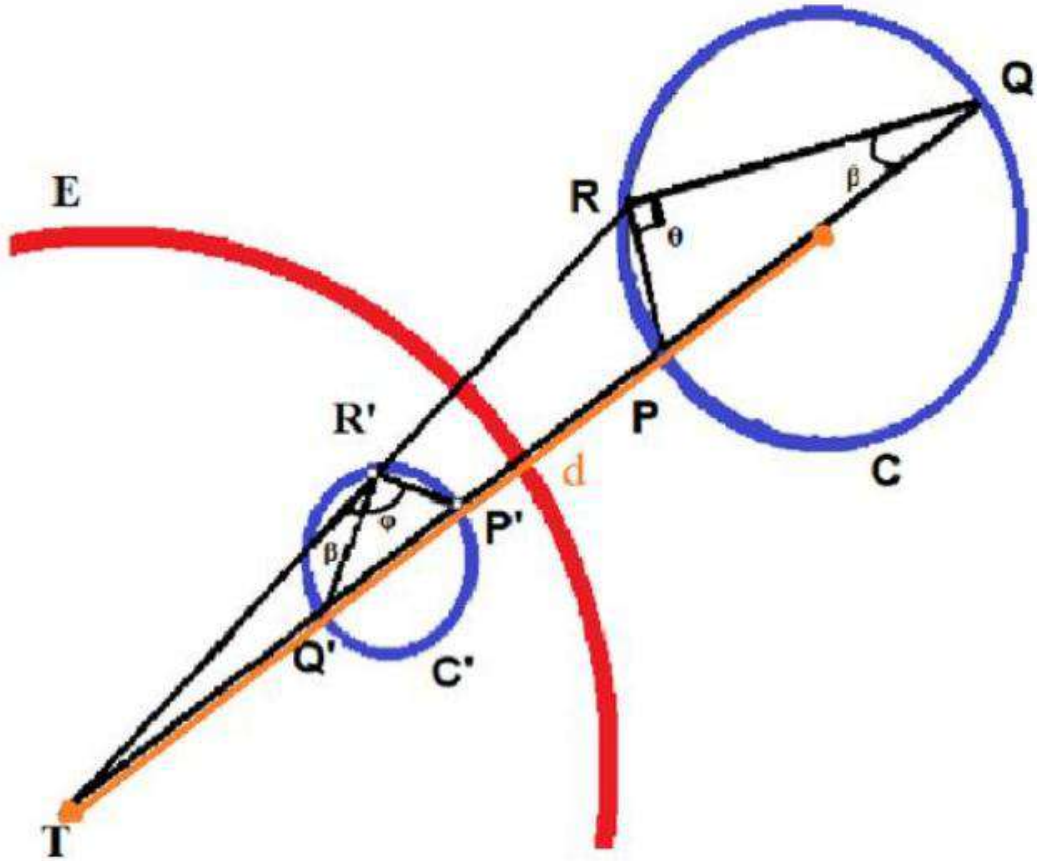
,doğruyu çembere göre yansıtıp çember ve doğruya evrilmeleri durumlarını inceledik.Meydana gelen bu durumları teorem halinde yazıp daha önce hiç yapılmamış Çekilde kolay ve anlaşılır şekilde ispatlayarak sonuca ulaştık. İçerikle ilgili model soru oluşturulup ayrıntılı çözüldü kullanışlı bir çözüm yolu hatta n tane çember için n in her değeri için geçerli olacak genel bir yarıçap formülü bulduk.

### 3. BULGULAR:

Evritim çemberinin merkezinden geçmeyen bir çemberi evritim çemberine yansıtıp inceledik evritim merkezinden geçmeyen bir çember oluştuğunu gördük.

**Teorem1:**Evritim çemberinin merkezinden geçmeyen bir çemberin evriği yine bir çemberdir.

**İspat:**



**Şekil3:**E,T merkezli evritim çemberi Q' noktası Q noktasının evriği,P' noktası P noktasının evriği R' noktası R noktasının evriği olarak verilmiştir.d uzunluğu evritim merkezinin C çemberinin merkezine uzaklığıdır. P ve evriği P noktası TP doğrusu üstündeR nin evriği R noktasıTR doğrusu üstünde verilmiş.Evritim tanımından  $TR \cdot TR' = k^2$  ve  $TP \cdot TP' = k^2$

eşitlikleri elde ettik.Buradan da  $\frac{TR}{TP'} = \frac{TP}{TR'}$  elde ederiz ve bu TPR ve TP' R' üçgenlerinin T

açıların ortak olduğuda şekilde görülüyor o halde TPR ve TR' P' üçgenlerinin benzer olduğunu gördük.Benzerlikten dolayı TPR açısı ile TP' R' açısının eşit olduğunu gördük. Aynı Çekilde TQR üçgeni ile TQ' R' üçgeninin benzer olduğunu gördük.Bununla birlikte

TPR açısı PQR üçgeninin dış açısıdır.Bu yüzden TPR açısı  $\theta+\beta$  dir.TR' P' açısında  $\theta+\beta$  dir.Hatta burdan TR' P' açısı  $\beta+\phi$  olur.Bu nedenle  $\phi=\theta$  dir.  $\theta$  çapı gören açı olduğundan 90 derecelik açıdır ve  $\phi$  de 90 derecelik açı olur.Rnin E evritim çemberine göre evriği R' noktasıdır.R değıştikçe R' de farklı noktaları gösterir bu noktalar  $\phi$  de 90 derecelik açı ve çapı gören açı 90 derece olduğundan çember oluştururlar.Burdan T den geçmeyen bir çemberin E evritim çemberine göre evriğinin bir çember olduğunu bulduk

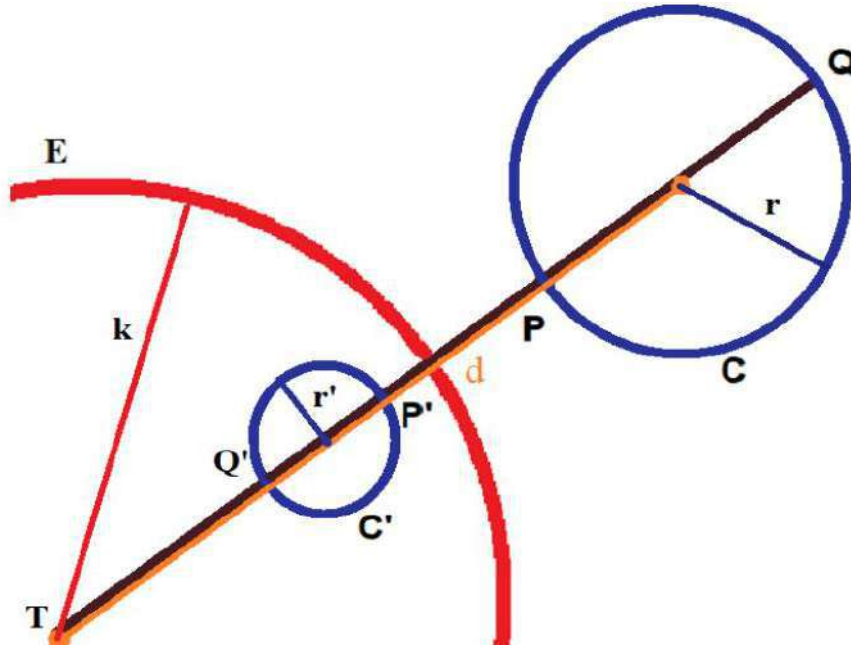
Ayrıca Teorem1 in ispatından k ya ait bir çıkarımda da bulunabiliriz.

**Sonuç** (k ya ait çıkarım):  $TR.TR' =TP.TP' =k^2$  ifadesinde kolaylık olsun diye  $k=1$  alabiliriz.

**İspat:**  $TR.TR' =TP.TP' =k^2$  olduğundan bir ters orantı sabitidir ve sıfırdan farklı hangi sayı olduğunun bir önemi yoktur o halde işleri basitleştirmek için istediğimiz her zaman  $k=1$  verebiliriz.

Evritim çemberinin merkezinden geçmeyen bir çemberi evritim çemberine yansıtip inceledik evritim merkezinden geçmeyen bir çember oluştuğunu gördük .Evritim çemberinin merkezinden geçmeyen bir çemberin evriği yine bir çemberdir şeklinde teorem olarak ifade edip ispatladık.Daha sonra şekil4' deki evritim merkezinden geçmeyen C çemberinin yarı çapı r olmak üzere evriği olan C' çemberinin yarı çapı ararsında bir bağıntı var mıdır diye inceledik.C çemberinin yarıçapı r ve d de T noktası ile C çemberinin merkezi

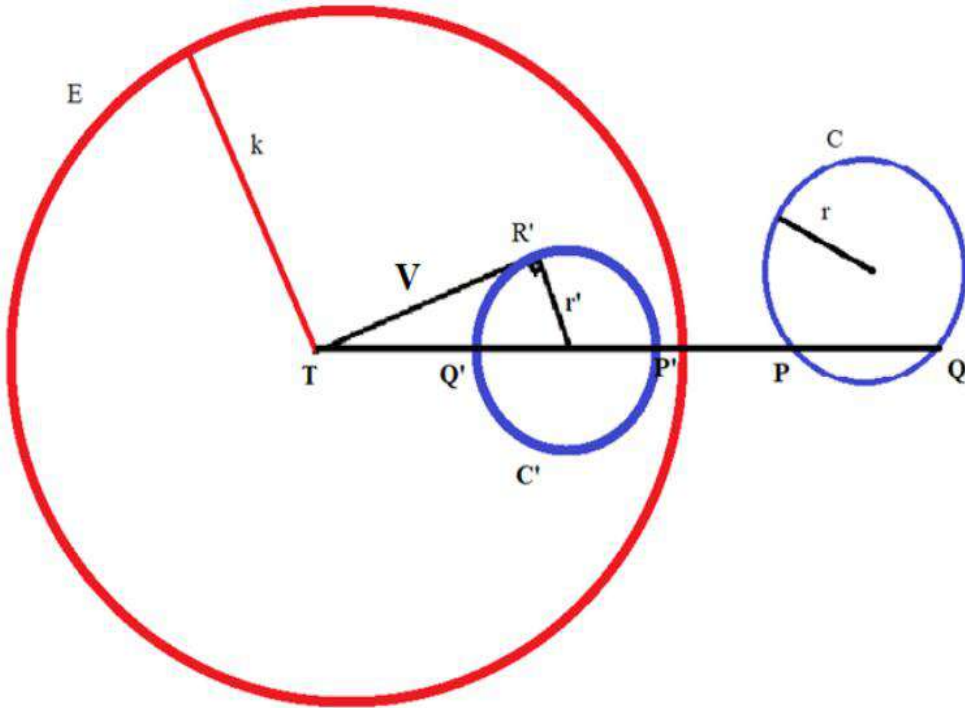
arasındakiuzunluk olmak üzere(Bkz.şekil4)  $r' = \frac{k^2.r}{|d^2 - r^2|}$  bağıntısını bulduk.



Şekil4:E evritim çemberinin metkezi T noktası yarı çapı k dır.T noktasından C çemberinin merkezine kadar olan uzaklık d dir.C çembeinin yarıçapı r ve evriği olan C' çemberinin yarıçapı r' dür.

**Teorem2:** C çemberinin yarıçapı r ve C çemberinin evriği olan C' çemberinin yarıçapı r' ,evritim merkezi olan T noktası ile C çemberi arasındaki uzunluk d olmak üzere, r ile r' arasında  $r' = \frac{k^2 \cdot r}{d^2 - r^2}$  bağıntısı vardır. Her iki tarafın karesini alıp düzenlediğimizde bağıntıyı  $r'^2 \cdot (d^2 - r^2)^2 = k^4 \cdot r^2$  Şeklinde de elde ederiz.

**İspat:** C' çemberinin yarı çapı  $r' = \frac{TP' - TQ'}{2}$  (Bkz.Şekil4) olarak bulunur.Evritim tanımından  $TQ \cdot TQ' = k^2$  ve  $TP \cdot TP' = k^2$  dir. Burdan  $TP' = \frac{k^2}{TP}$  ve  $TQ = \frac{k^2}{TQ'}$  elde ettik . Bunları  $r' = \frac{TP' - TQ'}{2}$  eşitliğinde yerine koyduk.  $r' = \frac{k^2}{TP \cdot TQ'}$  eşitliğinde yerine koyduğumuzada  $r' = \frac{k^2 \cdot r}{(d - r)(d + r)}$  eşitliğini elde ettik. Her iki tarafın karesini alıp  $r'^2 = \frac{k^4 \cdot r^2}{(d^2 - r^2)^2}$  eşitliğini bulduk.

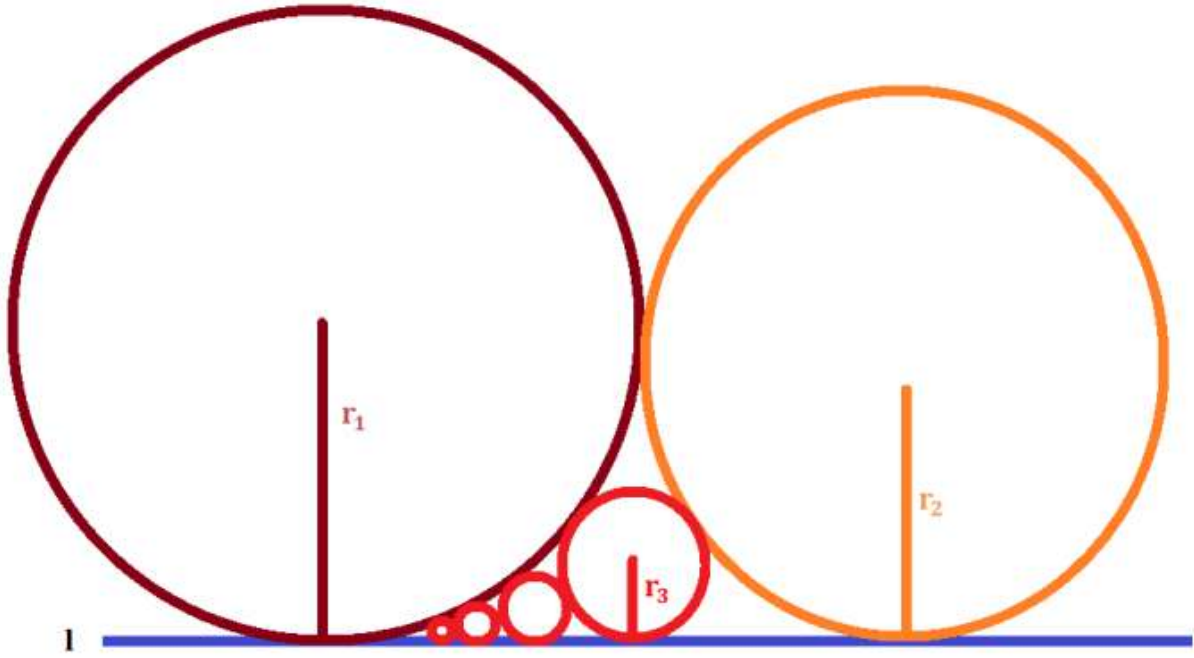


**Şekil 5:**E evritim çemberinin yarı çapı k merkezi T dir. T noktasından geçip R' noktasında r' yarıçaplı C' çemberine teğet olan teğet doğrusu uzunluğu V dir. r yarıçaplı C çemberinin evriği C' çemberidir.P noktasının evriği P ve Q noktasının evriği Q noktasıdır.

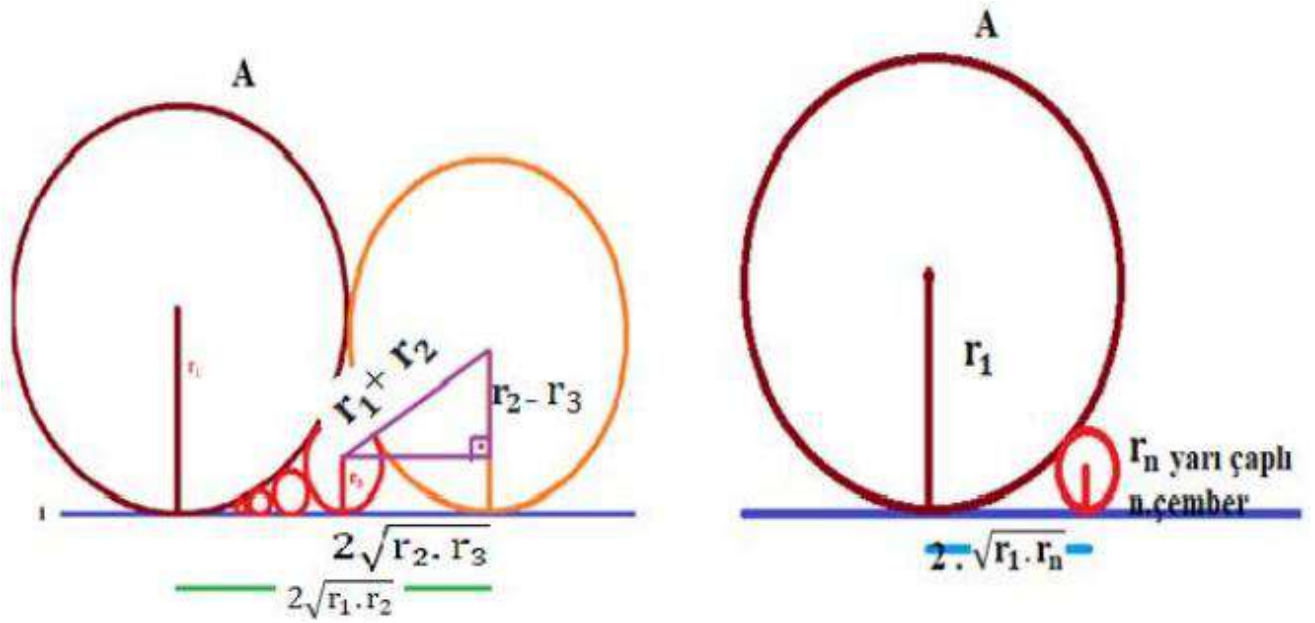
**Teorem3:**V ,evritim merkezi olan T den geçip C nin evriği olan C' çemberine teğet olan doğrunun uzunluğu ise  $V^2 = \frac{r' k^2}{r}$  bağıntısı elde edilir.

**İspat:** Şekil 5 i inceleyip basit bir çember teoreminin dediğini yaptık.  $V^2 = TP \cdot TQ$  eşitliğini elde ettik ve C çemberinin yarıçapını  $r = \frac{TQ - TP}{2}$  bağıntısından bulduk. Evritim tanımından  $TQ \cdot TQ' = k^2$  ve  $TP \cdot TP' = k^2$  dir.  $2r = \frac{TP' - TQ'}{TP' \cdot TQ'} \cdot k^2$  eşitliğini elde ettik.  $TP' \cdot TQ' = V^2$  eşitliğini  $2r = \frac{TP' - TQ'}{TP' \cdot TQ'} \cdot k^2$  eşitliğinde yazarsak  $V^2 = \frac{r' k^2}{r}$  elde edilir.

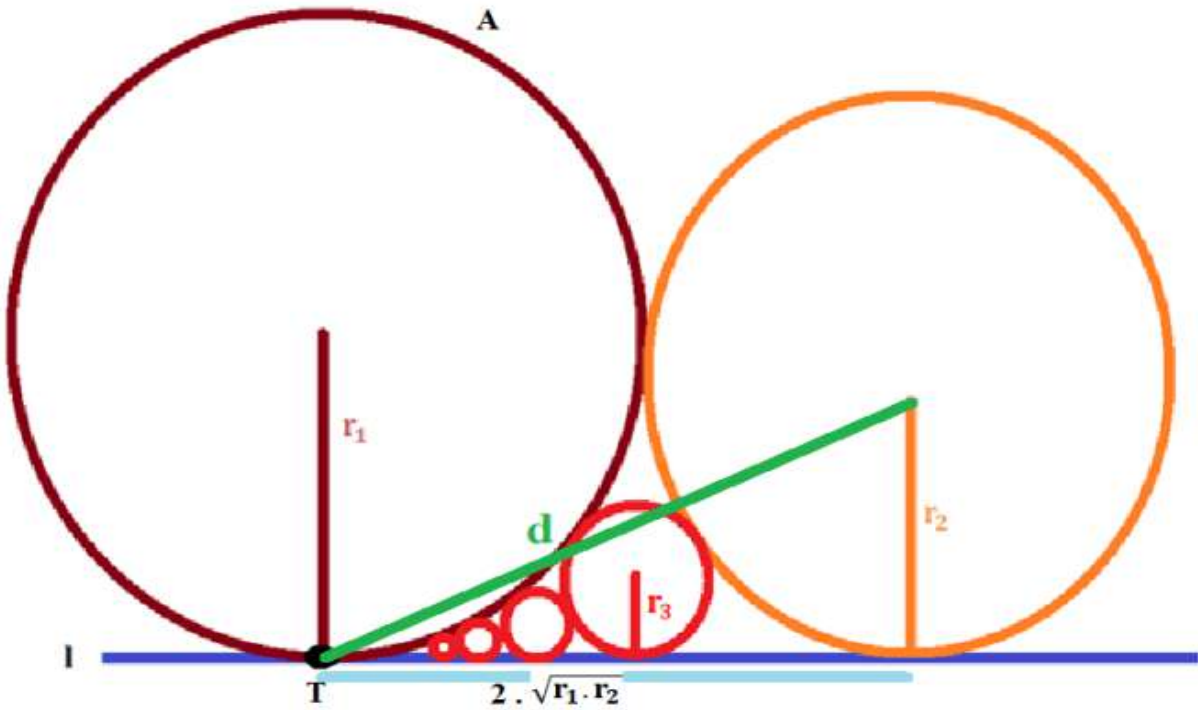
Evritimle ilgili bulguları uygulamak için soru üretip soruyu çözdük.



**Şekil6:** Hem yarıçaplı çembere hem de l doğrusuna teğet olan n tane çemberden oluşur. ilgi çekici ve zor soru gibi görünen şeklin  $r_n = \frac{r_1 r_2}{((n-2)\sqrt{r_2} + \sqrt{r_1})^2}$  eşitliğini evritimle bulduğumuz yollarla ispatladık.

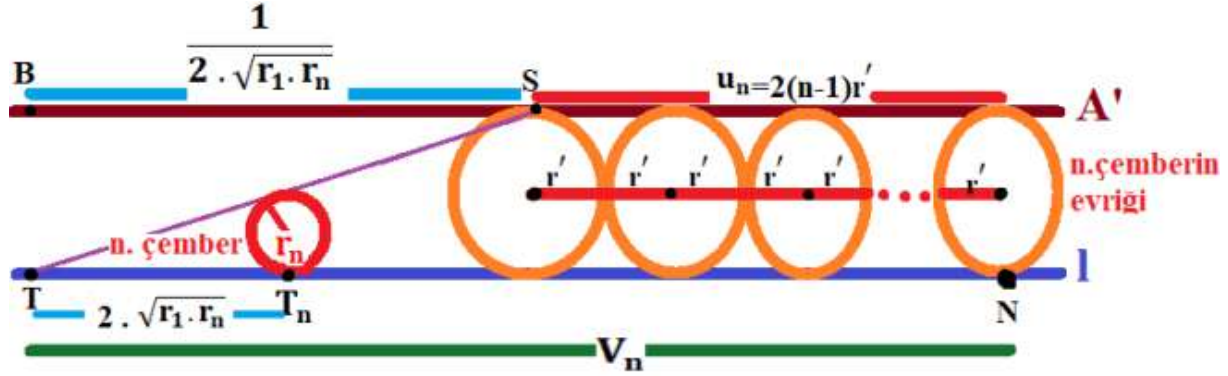


Şeki7: Her çemberin l doğrusuna teğet noktaları arasındaki uzunluğu Pisagor bağıntısıyla bulduk.n.çemberle A çemberi arasındaki uzaklık  $2\sqrt{r_1 \cdot r_n}$  dir.



Şekil 8: T noktası evritim çemberinin merkezidir.l doğrusu evritim merkezinden geçiyor.Pisagor teoreminden  $d^2 = r_2^2 + (2\sqrt{r_1 r_2})^2$  bağıntısı bulunur. A çemberi T noktasından geçtiğinden dolayı A' doğrusuna dönüşür.l doğrusu T den geçtiğinden evritim merkezinden geçen doğrunun evriği kendisi olur.Hem A çemberine hemde l doğrusuna teğet n tane çemberin evriği T noktasından geçmediğinden A' ve l doğruları arasında eşit yarıçaplı

çemberlerdir.(Bkz Şekil 9). Teorem 2 deki  $r^2 \cdot (d^2 - r^2)^2 = k^4 \cdot r^2$  rahatlık için  $k=1$  alıp (Bkz. k ya ait çıkarım) formülü Şekil 6 de uyguladığımızda  $r_2^2 (d^2 - r_2^2)^2 = r_2^2$  eşitliğini bulduk.Bu eşitlikte  $d^2$  yerine  $r_2^2 + (2\sqrt{r_1 r_2})^2$  yazdık burda  $r' = r_2' = \frac{1}{4r_1}$  eşitliğini bulduk.



Şekil9:Evritim tanımından  $BS.T = 1$  den  $BS = \frac{1}{2\sqrt{r_1 r_n}}$  bulunur.

$V_n$  evritim merkezinden geçip n. Çembere teğet olan doğrunun T noktası ile N noktası arasındaki uzunluğudur. Daha sonra Şekil 9 da teorem 3 ü  $V^2 = \frac{r' k^2}{r}$  = rahatlık için  $k=1$  alıp

(Bkz. k ya ait çıkarım) işletip.  $V_n^2 = \frac{r'}{r_n}$  eşitliğini elde ettik. Her iki tarafın kare kökünü alıp

$V_n = \frac{\sqrt{r'}}{\sqrt{r_n}}$  eşitliğini bulduk.Şekil 9 dan da görüldüğü gibi  $V_n = \frac{1}{2\sqrt{r_1 r_n}} + 2(n-1)r'$  eşitliğini

elde ettik.Burdan  $\frac{\sqrt{r'}}{\sqrt{r_n}} = \frac{1}{2\sqrt{r_1 r_n}} + 2(n-1)r'$  bağıntısını düzenlediğimizde

$r_n = \frac{r_1 r_2}{((n-2)\sqrt{r_2} + \sqrt{r_1})^2}$  eşitliğini bulduk böylece n. Çemberin yarıçapını bulduk.Buda soruda bizden istenen cevaptı.

#### 4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Taradığımız kaynaklardan farklı olarak aşağıdaki bulgulara ulaştık:

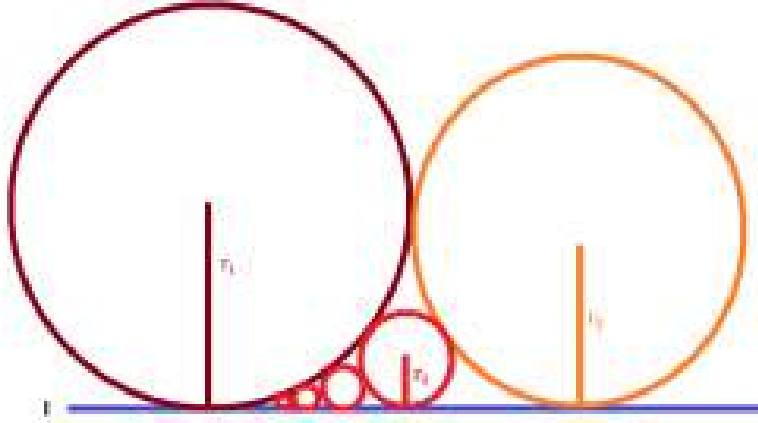
C çemberinin yarıçapı  $r$  ve C çemberinin evriği olan C' çemberinin yarıçapı  $r'$ ,evritim merkezi olan T noktası ile C çemberi arasındaki uzunluk d olmak üzere,  $r$  ile  $r'$  arasında

$r' = \frac{k^2 \cdot r}{|d^2 - r^2|}$  bağıntısı vardır .

Evritim merkezinden geçip evrik çembere teğet olan doğru geçtiği evritim merkezinden evrik çembere teğet olma noktasına kadar olan uzunluk  $V$  olmak üzere  $V^2 = \frac{r'k^2}{r}$  bağıntısı vardır.

Hem  $r_1$  yarıçaplı çembere hem de  $l$  doğrusuna teğet olan  $n$  tane çemberden oluşan şekilde

$$r_n = \frac{r_1 r_2}{((n-2)\sqrt{r_2} + \sqrt{r_1})^2}$$
 bağıntısını elde ettik.



Evritim merkezinden geçen iki çembere teğet olan veya evritim merkezinden geçen bir doğru ve bir çembere teğet olan evritim merkezinden geçmeyen çemberin evriği evritim merkezinden geçen çember ve doğruların evrikleri olan doğrulara teğet ve bunların arasındadır.

Çalışmamız içinde çok sayıda çember bulunduran problemlerin çözümünde yeni ve kolay bir yol kazandırmıştır. Araştırma konumuzda ele aldığımız teoremlere taradığımız kaynaklarda bulunmayan ispatlar ürettik sonuçlar bulduk. Problemler ürettik . Çalışmamız genişletilmeye derinleştirilmeye açıktır. Evritimle ilgili bulgular kullanılarak üçgenin iç teğet çemberine göre evriği incelenebilir çeşitli teoremler daha basit kısa yoldan ispatlanılabilmektedir. Bunların başka çalışmaların konusu olarak önerilebileceğini düşünüyoruz. Evritim dönüşümlerinin zor gibi görünen çoklu çember soruların bu bakış açısıyla basitleştirerek etkili bir yolla çözüleceğini geometrik teoremlere farklı bir açıdan bakmayı sağlayacağını düşünüyoruz.

#### KAYNAKLAR

Sezgin,N.(2014). Öklidyen Düzlemde ve Taksi Düzlemde Evritim Üzerine( Yayınlanmış yüksek lisans tezi) Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Eskişehir.

Tezer,C.(1992).Evritim I ,Matematik Dünyası Dergisi,(12-16). Tezer,C.(1992).Evritim II ,Matematik Dünyası Dergisi,(8-12)

Wilks , R. ; Mallows , L.; Lagarias, C.(2001) Beyond the Descartes Circle Theorem(20-21)

Yağcı,M.(2006).Evritim, Matematik Dünyası Dergisi,(72-81)





## SOME CRITERIA FOR UNIVALENCE RELATED TO HADAMARD PRODUCT

**Hilal Alan SARI, Prof. Dr. Erhan DENİZ, Assoc. Prof. Dr. Murat ÇaĞLAR**

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

### ABSTRACT

We denote by  $U_r$  the disk  $\{z \in \mathbb{C} : |z| < r\}$ , where  $0 < r \leq 1$ , by  $U = U_1$  the open unit disk of the complex plane and by  $I$  the interval  $[0, \infty)$ . Let  $A$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U$  which satisfy the usual normalization condition  $g(0) = g'(0) - 1 = 0$ . Let  $f, g : U \rightarrow \mathbb{C}$  be analytic functions in  $U$ . the function  $f$  is subordinate to the function  $g$  ( $f \prec g$ ) if there is an analytic function  $w$  in  $U$ , which satisfies the conditions  $w(0) = 0$ ,  $|w(z)| < 1, z \in U$  and  $f = g \circ w$ . The function  $L : U \times I \rightarrow \mathbb{C}$  is a Löwner chain if the function  $L(z, t)$  is analytic and univalent in  $U$  for all  $t \in I = [0, \infty)$  and  $L(z, s) \prec L(z, t)$  for all  $0 \leq s < t$ . The method of Loewner chains plays a central role in the de Brange's proof of famous Bieberbach conjecture. This method also solves many important problems in univalent function theory which was not accessible by other existing methods. The theory of Loewner chains has recently been used for obtain the univalence criteria of analytic functions. In 1949, Nehari obtained an univalence criterion for  $f \in A$ . by using of ideas properly belonging to the theory of linear second-order differential equations. This criterion say: If

$$|\{f, z\}| \leq \frac{2}{(1-|z|^2)^2}$$

where

$$\{f; z\} = \left( \frac{f''(z)}{f'(z)} \right)' - \frac{1}{2} \left( \frac{f''(z)}{f'(z)} \right)^2$$

then the function  $f$  is univalent in  $U$ . Here  $\{f; z\}$  is Schwarzian derivative of  $f \in A$ .

In this paper the method of Loewner chains is used to establish a general sufficient condition involving Hadamard product for the univalence of  $f \in A$  defined in the unit disk. This condition generalizes the criterion due to Nehari.

**Keywords:** Analytic function, subordinate, univalent functions, Hadamard product, univalence criterion, Loewner chain.

### 1. INTRODUCTION

We denote by  $U_r$  the disk  $\{z \in \mathbb{C} : |z| < r\}$ , where  $0 < r \leq 1$ , by  $U = U_1$  the open unit disk of the complex plane and by  $I$  the interval  $[0, \infty)$ .

Let  $A$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U$  which satisfy the usual normalization condition:

$$g(0) = g'(0) - 1 = 0.$$

Univalence of complex functions is an important property, but, unfortunately, it is difficult and in many cases impossible to show directly that a certain complex function is univalent. For this reason, many authors found different types of sufficient conditions of univalence. Three of the most important and known univalence criteria for analytic functions defined in the open unit disk were obtained by Nehari [5], Ozaki-Nunokawa [7] and Becker [1]. Some

extensions of these three criteria were given by (see [6, 10, 11, 12, 13] and [15]). During the time, unlike there were obtained a lot of univalence criteria (see also [2], [3] and [4]).

This paper is concerned with conditions for univalence of a function  $f \in A$ . These conditions generalize the criterion due to Nehari [5].

**Definition 1.** Let  $f, g : U \rightarrow \mathbb{C}$  be analytic functions in  $U$ . the function  $f$  is subordinate to the function  $g$  ( $f \prec g$ ) if there is an analytic function  $w$  in  $U$ , which satisfies the conditions  $w(0) = 0, |w(z)| < 1, z \in U$  and  $f = g \circ w$ .

**Definition 2.** The function  $L : U \times I \rightarrow \mathbb{C}$  is a Löwner chain if the function  $L(z, t)$  is analytic and univalent in  $U$  for all  $t \in I = [0, \infty)$  and  $L(z, s) \prec L(z, t)$  for all  $0 \leq s < t$ .

**Definition 3.** For the functions  $f_m$  ( $m = 1, 2$ ) given by

$$f_m(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} a_{k,m} z^k \quad (m = 1, 2),$$

the Hadamard product (or convolution) of  $f_1$  and  $f_2$ , defined by

$$(f_1 * f_2)(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} a_{k,1} a_{k,2} z^k = (f_2 * f_1)(z).$$

For a function  $f \in A$ . Salagean differential operator  $D^n$  [14] is defined by

$$D^0 f(z) = f(z), \quad D^1 f(z) = Df(z) = zf'(z)$$

$$D^n f(z) = D(D^{n-1} f(z)) \quad n \in \{1, 2, \dots\}.$$

**Theorem 1.** [9] Let  $L(z, t) = a_1(t)z + a_2(t)z^2 + \dots, a_1(t) \neq 0$  be analytic in  $U_r$  for all  $t \in I$ , locally absolutely continuous in  $I$ , and locally uniform with respect to  $U_r$ . For almost all  $t \in I$ , suppose that

$$z \frac{\partial L(z, t)}{\partial z} = p(z, t) \frac{\partial L(z, t)}{\partial t}, \quad \forall z \in U_r,$$

where  $p(z, t)$  is analytic in  $U$  and satisfies the condition  $\Re(p(z, t)) > 0$  for all  $z \in U, t \in I$ . If  $|a_1(t)| \rightarrow \infty$  for  $t \rightarrow \infty$  and  $\{L(z, t)/a_1(t)\}$  forms a normal family in  $U_r$ , then for each  $t \in I$ , the function  $L(z, t)$  has an analytic and univalent extension to the whole disk  $U$ .

**Definition 4.** [8]. The function  $L : U_r \times \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{C}$ ,  $F = F(u, v)$  satisfies the Pommerenke's conditions in  $U_r$  if:

- (i) the function  $L(z, t) = F(e^{-t}z, e^t z)$  is analytic in  $U_r$ , for all  $t \in I$  locally absolutely continuous in  $I$ , locally uniform with respect to  $U_r$ ,
- (ii) the function  $G(e^{-t}z, e^t z)$ , where  $G(u, v) = \frac{u}{v} \cdot \frac{\partial F}{\partial u}(u, v) \Big/ \frac{\partial F}{\partial v}(u, v)$  is analytic in  $U_r$  for all  $t \in I$ , has an analytic extension in  $\bar{U}$  for  $t > 0$  and has an analytic extension in  $U$  for  $t = 0$ . the analytic extension of the function  $G$  is denoted by  $H = H(e^{-t}z, e^t z)$ , and is called the associate function of  $F$ .
- (iii)  $\frac{\partial F}{\partial v}(0, 0) \neq 0$  and  $\frac{\partial F}{\partial u}(0, 0) \Big/ \frac{\partial F}{\partial v}(0, 0) \notin (-\infty, -1]$ .

(iv) the family of functions  $\left\{ F(e^{-t}z, e^t z) / \left[ e^{-t} \frac{\partial F}{\partial u}(0,0) + e^t \frac{\partial F}{\partial v}(0,0) \right] \right\}_{t \in I}$  form a normal family in  $U_r$ .

We shall need the following theorem to prove our results:

**Theorem 2.** [8]. Let  $F : U_r \times \square \rightarrow \square$ ,  $F = F(u, v)$  be a function which satisfies the conditions of Definition 4 (or Pommerenke's cond.) in  $U_r$  and let  $H$  be the associate function of  $F$ . If

$$|H(z, z)| < 1, \quad z \in U \tag{1}$$

and

$$\left| H\left(z, \frac{1}{\bar{z}}\right) \right| \leq 1, \quad z \in U/\{0\} \tag{2}$$

then the function  $F(e^{-t}z, e^t z)$  has a analytic and univalent extension in  $U$  for all  $t \in I$ .

## 2.SUFFICIENT CONDITIONS FOR UNIVALENCE

**Theorem 3.** Let  $f, g \in A$ . If the inequality

$$(1-|z|^2) \left| \frac{1}{2}(1-|z|^2) \left[ \left( \frac{(f(z)*g(z))''}{(f(z)*g(z))'} \right)' + \frac{1}{2} \left( \frac{(f(z)*g(z))''}{(f(z)*g(z))'} \right)^2 - \frac{f''(z)}{f'(z)} \left( \frac{(f(z)*g(z))''}{(f(z)*g(z))'} \right) \right] \right| - \left| \frac{z(f(z)*g(z))''}{(f(z)*g(z))'} - \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right| \leq 1 \tag{3}$$

hold true for all  $z \in U$ , then  $f$  is a univalent function in  $U$ .

Proof. Let  $F : U \times \square \rightarrow \square$  be the function

$$F(u, v) = f(u) + \frac{(v-u)f'(u)}{1 - \frac{(v-u)(f(u)*g(u))''}{2(f(u)*g(u))'}} \tag{4}$$

and let  $L : U \times I \rightarrow \square$  be the function

$$L(z, t) = F(e^{-t}z, e^t z) = f(e^{-t}z) \left[ 1 + \frac{(e^{2t}-1) \frac{e^{-t}zf'(e^{-t}z)}{f(e^{-t}z)}}{1 - \frac{(e^{2t}-1) e^{-t}z(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))''}{2(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))'}} \right] \tag{5}$$

Since  $f(z) \neq 0$  for all  $z \in U/\{0\}$ , the function

$$f_1(z, t) = \frac{e^{-t}zf'(e^{-t}z)}{f(e^{-t}z)} = 1 + \dots \tag{6}$$

is analytic in  $U$ . The function

$$f_2(z, t) = \frac{e^{-t}z(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))''}{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))'} = c_1 e^{-t}z + \dots \tag{7}$$

is also analytic in  $U$ . There exists  $r \in (0, 1]$  such that the function

$$f_3(z,t) = 1 + \frac{(e^{2t}-1)f_1(z,t)}{1 - \frac{(e^{2t}-1)}{2}f_2(z,t)} = e^{2t} + \dots \quad (8)$$

be analytic in  $U_r$  and  $f_3(z,t) \neq 0$  for all  $z \in U$  and  $t \in I$ . Hence, for the function  $f_3(z,t)$ , we can choose an analytic branch in  $U_r$  and the function

$$L(z,t) = f(e^{-t}z).f_3(z,t) = e^t z + \dots \quad (9)$$

is analytic in  $U_r$ .

Using (5) we obtain

$$\frac{\partial L(z,t)}{\partial t} = e^{-t}z \frac{\partial F}{\partial u}(e^{-t}z, e^t z) + e^t z \frac{\partial F}{\partial v}(e^{-t}z, e^t z)$$

and we observe that  $\left| \frac{\partial L(z,t)}{\partial t} \right|$  is bounded on  $[0, T]$ , for any  $T > 0$  fixed and  $z \in U_r$ .

Therefore, the function  $L(z,t) = F(e^{-t}z, e^t z)$  is locally absolutely continuous in  $I$ , locally uniform w.r.t.  $U_r$ . Furthermore  $|L'(0,t)| = e^t$  which is nonvanishing in  $I$  and tends to infinity

for  $t \rightarrow \infty$ . It is easy to prove that there exists  $k > 0$  such that  $\left| \frac{F(e^{-t}z, e^t z)}{a_1(t)} \right| \leq k$ , for all  $z \in U_r$ ,

and  $t \in I$ . Hence  $\left\{ \frac{F(e^{-t}z, e^t z)}{a_1(t)} \right\}_{t \in I}$  is a normal family in  $U_r$ .

Using (4) we obtain

$$\begin{aligned} G(u,v) &= \frac{u}{v} \cdot \frac{\partial F}{\partial u}(u,v) \Big/ \frac{\partial F}{\partial v}(u,v) \\ &= \frac{u}{v} \frac{(v-u)^2}{2} \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{(f(u)*g(u))''}{(f(u)*g(u))'} \right)^2 - \frac{(f(u)*g(u))'' f''(u)}{(f(u)*g(u))' f'(u)} + \left( \frac{(f(u)*g(u))''}{(f(u)*g(u))'} \right)' \right] \\ &\quad - \frac{u}{v} (v-u) \left[ \frac{(f(u)*g(u))''}{(f(u)*g(u))'} - \frac{f''(u)}{f'(u)} \right] \end{aligned}$$

where  $(u,v) \in U \times \square$ .

It result that the function  $G(e^{-t}z, e^t z)$  has an analytic extension  $H(e^{-t}z, e^t z)$ , where

$$\begin{aligned} H(e^{-t}z, e^t z) &= \frac{(1-e^{-2t})^2 z^2}{2} \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))''}{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))'} \right)^2 - \frac{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))'' f''(e^{-t}z)}{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))' f'(e^{-t}z)} + \left( \frac{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))''}{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))'} \right)' \right] \\ &\quad - (1-e^{-2t})e^{-t}z \left[ \frac{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))''}{(f(e^{-t}z)*g(e^{-t}z))'} - \frac{f''(e^{-t}z)}{f'(e^{-t}z)} \right]. \end{aligned}$$

We have

$$|H(z,z)| < 1$$

for all  $z \in U$  and

$$\left| H\left(z, \frac{1}{z}\right) \right| = (1-|z|^2) \left| \frac{1}{2}(1-|z|^2) \left[ \left( \frac{(f(z)*g(z))''}{(f(z)*g(z))'} \right)' + \frac{1}{2} \left( \frac{(f(z)*g(z))''}{(f(z)*g(z))'} \right)^2 - \frac{f''(z)}{f'(z)} \left( \frac{(f(z)*g(z))''}{(f(z)*g(z))'} \right) \right] - \left[ \frac{z(f(z)*g(z))''}{(f(z)*g(z))'} - \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right] \right| \leq 1$$

for all  $z \in U/\{0\}$ .

Therefore we can conclude, using Theorem 2, that the function  $F(e^{-t}z, e^t z), t \in I$  has an analytic and univalent extension  $F_1(e^{-t}z, e^t z)$  in  $U$ , for all  $t \in I$ . In particular, the function  $f(z) = F_1(z, z), z \in U$  is an univalent function in  $U$ .

If we choose  $g(z) = \frac{z}{1-z}$  in Theorem 3 we obtain univalence criterion due to Nehari [5].

**Theorem 4.** (see [5]) Let  $f \in A$ . If for all  $z \in U$

$$|\{f, z\}| \leq \frac{2}{(1-|z|^2)^2}$$

where

$$\{f; z\} = \left( \frac{f''(z)}{f'(z)} \right)' - \frac{1}{2} \left( \frac{f''(z)}{f'(z)} \right)^2$$

then the function  $f$  is univalent in  $U$ .

If we choose  $g(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} k^n z^k$  in Theorem 3, we can be obtained

$$f(z) * g(z) = D^n f(z),$$

where  $f \in A$  and  $D^n$  is Salagean differential operator.

**Theorem 5.** Let  $f \in A$ . If the inequality

$$(1-|z|^2) \left| \frac{1}{2}(1-|z|^2) \left[ \left( \frac{(D^n f(z))''}{(D^n f(z))'} \right)' + \frac{1}{2} \left( \frac{(D^n f(z))''}{(D^n f(z))'} \right)^2 - \frac{f''(z)}{f'(z)} \left( \frac{(D^n f(z))''}{(D^n f(z))'} \right) \right] \right| \leq 1$$

hold true for all  $z \in U$ , then  $f$  is a univalent function in  $U$ .

If we take  $n = 1$  in Theorem 5, we obtain the following univalence criterion

**Corollary 1.** Let  $f, g \in A$ . If the inequality

$$(1-|z|^2) \left| \frac{1}{2}(1-|z|^2) \left[ \left( \frac{(zf'(z))''}{(zf'(z))'} \right)' + \frac{1}{2} \left( \frac{(zf'(z))''}{(zf'(z))'} \right)^2 - \frac{f''(z)}{f'(z)} \left( \frac{(zf'(z))''}{(zf'(z))'} \right) \right] - \left[ \frac{z(zf'(z))''}{(zf'(z))'} - \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right] \right| \leq 1$$

hold true for all  $z \in U$ , then  $f$  is a univalent function in  $U$ .

## REFERENCES

- [1] J. Becker, Löwnersche differentialgleichung und quasikonform fortsetzbare schlichte functionen, *J. Reine Angew. Math.* 255 (1972), 23-43. [In German]
  - [2] E. Deniz, D. Raducanu, H. Orhan, On an improvement of an univalence criterion, *Math. Balkanica (N.S.)*, 24(1-2) (2010), 33-39.
  - [3] E. Deniz and H. Orhan, Some notes on extensions of basic univalence criteria, *J. Korean Math. Soc.* 48(1) (2011), 179-189.
  - [4] E. Deniz and H. Orhan, Loewner chains and univalence criteria related with Ruscheweyh and Sălăgean derivatives, *J. Appl. Anal. Comput.* 5(3) (2015), 465-478.
  - [5] Z. Nehari, The Schwarzian deriviate and schlicht functions, *Bull. Amer. Math. Soc.* 55 (1949), 545-551.
  - [6] H. Ovesea-Tudor, S. Owa, An extension of the univalence criteria of Nehari and Ozaki, *Hokkaido Mathematical Journal*, 34 (3), (2005) 533-539.
  - [7] S. Ozaki, M. Nunokawa, The Schwarzian derivative and univalent functions, *Proc. Amer. Math. Soc.* 33(2), 1972, 392-394.
  - [8] N. N. Pascu, Method of Loewner chains for constracting univalency criteria, *J. Anal.*, 4, (1996) 35-40.
  - [9] Ch. Pommerenke, *Univalent function*, Vandenhoech Ruprecht in Göttingen, 1975.
  - [10] D. Raducanu, On a univalence criterion, *Mathematica* 37(60), 1-2, 1995, 227-231.
  - [11] D. Raducanu, H. Orhan, and E. Deniz, On some sufficient conditions for univalence, *An. Stiint Univ. Ovidius Constanta Ser. Mat.* 18(2) (2010), 217-222.
  - [12] D. Raducanu, I. Radomir, M. E. Gageonea and N. R. Pascu, A Generalization of Ozaki-Nunokawa's Univalence Criterion, *J. Inequal. Pure Appl. Math*, Vol. 5 (4), (2004), Article 95.
  - [13] D. Raducanu, A univalence criterion for analytic functions in the unit disk, *Mathematica*, 46 (69), no 2, (2004), 213-216.
  - [14] G. S. Sălăgean, Subclasses of univalent functions, *Lecture notes in Math.*, (Springer-Verlag), 1013, (1983) 362-372.
  - [15] H. Tudor, New univalence criteria, *Studia, Babeş-Bolyai Mathematica* 52 (2), (2007), 127-132.
-

ON FLATNESS OF WEYL PROJECTIVE AND  $\mathcal{M}$ -PROJECTIVE CURVATURE  
TENSORS OF KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

Nesrin ÇALIŞKAN<sup>1</sup> & Mehmet DAYAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Usak University,  
64200, Usak-TURKEY, nesrin.caliskan@usak.edu.tr

<sup>2</sup>Graduate School of Social Sciences, Usak University, 64200, Usak-TURKEY,  
mehmt.dyn@gmail.com

**ABSTRACT**

In this study, we define Weyl Projective and  $\mathcal{M}$  –Projective curvature tensors of Kenmotsu Finsler structures that are almost contact Finsler metric manifolds satisfying the normality condition on vertical and horizontal vector bundles. In this manner, a brief introduction of Kenmotsu Finsler manifolds is given. Then, it is proved that Weyl Projectively flat,  $\mathcal{M}$  – Projectively flat and  $\xi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively Flat Kenmotsu Finsler manifolds are Einstein. Also, it is shown that if a Kenmotsu Finsler manifold satisfies the condition of one of these flatnesses its Weyl Projective and  $\mathcal{M}$  – Projective curvature tensors are linearly dependent.

**Keywords:** Kenmotsu Finsler manifold, Weyl Projectively flatness,  $\mathcal{M}$  – Projectively flatness,  $\xi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively flatness.

**Mathematics Subject Classification (AMS 2010):** 58B20, 53C25, 58A30.

**1. INTRODUCTION**

After Kenmotsu introduced a new class of normal almost contact Riemannian manifolds in 1972 in [5], there are many studies on curvature properties of Kenmotsu manifolds; [3], [4], [9], [12], [14]. Besides, Weyl Projective curvature tensor is described for a Riemannian manifold in order to measure derivation from projectively flatness by Yano and Bochner in 1953 in [16]. Followingly, Pokhariyal and Mishra defined  $\mathcal{M}$  –Projective curvature tensor with its basic physical and geometric properties in 1970 in [6]. Then, Weyl Projective and  $\mathcal{M}$ -Projective curvature properties of Kenmotsu manifolds are discussed like in [2], [8]. Additionally, various properties of these projective curvature tensors also studied for other structures like [7], [10].

On the other hand, the idea of founding almost contact structures on subbundles of a Finsler manifold is developed by Sinha and Yadav in [11] and [13]. Afterwards, Yaliniz and Caliskan adapted almost contact and Sasakian structures on Finsler vector bundles in [15]. In this study, we discussed some curvature properties of Weyl Projective and  $\mathcal{M}$ - Projective curvatures of Kenmotsu Finsler manifolds.

## 2. PRELIMINARIES

Let  $\pi : TM \rightarrow M$  be the bundle map where  $M$  and  $TM$  are a  $(2n + 1) -$  dimensional smooth manifold and its tangent bundle. A vector  $X \in T_{(x,y)}TM$  of  $TM$  at  $(x, y)$  is called vertical if  $\pi_*(X) = 0$ . Besides, the vertical subspace of  $T_{(x,y)}TM$  denoted by  $T_{(x,y)}^V TM$  and represents the set of all vertical vectors of  $T_{(x,y)}TM$  and also coincides with the tangent space of the fibre  $\pi^{-1}(x)$  over  $x \in M$ . A non-linear connection  $N$  defined on  $M$  distributes  $(x, y) \in TM$  to  $N_{(x,y)} \subset T_{(x,y)}TM$  and satisfies  $T_{(x,y)}TM = N_{(x,y)} \oplus T_{(x,y)}^V(TM)$  where  $N_{(x,y)}$  and  $T_{(x,y)}^V(TM)$  are called horizontal and vertical distributions. For a non-linear connection  $N$  at a fixed point  $(x, y) \in TM$   $d\pi : N_{(x,y)} \rightarrow T_x M$  is a linear isomorphism and its inverse  $I_h^v : T_x(M) \rightarrow N_{(x,y)}$  is called the horizontal lift. Therefore we get a linear isomorphism  $I_y : N_{(x,y)} \rightarrow T_{(x,y)}^V(TM)$  defined by  $I_y = I_h^v d\pi$  where  $I_h^v : T_x(M) \rightarrow T_{(x,y)}^V(TM)$ , then  $\pi(x, y)$  is called the vertical lift [13].

Let  $M^0 \neq \emptyset$  be an open submanifold of  $TM$  with the bundle projection  $\pi(M^0) = M$  and  $\theta(M) \cap M^0 = \emptyset$ . Assume  $M_x^0 = T_x(M) \cap M^0$  is a positive conic set, meaningly for any  $k > 0$  and  $y \in M_x^0$  we get  $ky \in M_x^0$ . Clearly,  $M^0 = TM \setminus \theta(M)$  is used for the notation of a Finsler manifold where  $\theta$  is the zero section of  $TM$  [1].

If, a smooth function  $F : M^0 \rightarrow (0, \infty)$  positively homogenous of degree one and the Hessian of  $F^2$  satisfies  $g_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F^2}{\partial y^i \partial y^j}$ ,  $i, j \in \{1, 2, \dots, 2n + 1\}$  where  $g_{ij}$  are the components of a positive definite quadratic form on  $\mathbb{R}^{2n+1}$ .

Then, the structure  $F^{2n+1} = (M, M^0, F)$  is called a Finsler manifold where  $F$  is the fundamental function of  $F^{2n+1}$ . Besides, the differential map  $\pi_* : TM^0 \rightarrow TM$  of the submersion  $\pi : M^0 \rightarrow M$  and is used to describe the vertical vector bundle  $(TM^0)^V = \ker \pi_*$ . As locally  $\pi^i(x, y) = x^i$ , we obtain  $\pi_*^i(\frac{\partial}{\partial x^j}) = \delta_j^i$  and  $\pi_*^i(\frac{\partial}{\partial y^j}) = 0$ , on a coordinate neighbourhood  $U \subset M^0$ . Hence the system  $\{\frac{\partial}{\partial y^i}\}$  is a basis of  $\tau(TM^0|u)^V$  which implies that  $(TM^0)^V$  is an integrable distribution of rank  $2n + 1$  on  $M^0$ . We call  $(TM^0)^V$  the vertical vector bundle of  $F^{2n+1}$ . A complementary distribution  $(TM^0)^H$  to  $(TM^0)^V$  in  $TM^0$  is called a non-linear connection or a horizontal distribution on  $M^0$ . Then  $TM^0$  can be decomposed  $TM^0 = (TM^0)^H \oplus (TM^0)^V$  where  $\pi_*(TM^0)^H = (M^0)^h$ ,  $\pi_*(TM^0)^V = (M^0)^v$ . Hence, the basis  $\{\frac{\delta}{\delta x^1}, \dots, \frac{\delta}{\delta x^{2n+1}}\}$  in  $\tau(TM^0|u)^H$  is defined by  $\frac{\delta}{\delta x^i} = \frac{\partial}{\partial x^i} - N_i^j \frac{\partial}{\partial y^j}$ . Then, their dual basis are  $(dx^i, \delta y^j)$  where,  $\delta y^j = dy^j + N_i^j(x, y) dx^i$ . So, the whole vector field is described by  $X = X^i(x, y) \frac{\delta}{\delta x^i} + X^i(x, y) \frac{\partial}{\partial y^j}$  for all  $X \in TM^0$ . It is clear that, for  $\tilde{X}^i(x, y) = 0$ , we get the subbundle of  $(M^0)^h \subset M^0$  and for  $X^i(x, y) = 0$ , we obtain the subbundle of  $(M^0)^v \subset M^0$ . Meaningly,  $X^H = X^i(x, y) \frac{\delta}{\delta x^i}$ ,  $X^V = X^i(x, y) \frac{\partial}{\partial y^i}$ ,  $\tilde{X}^i = X^i + N_j^i X^j$ .

Besides, the whole 1-form  $\eta$  is determined followingly:  $\eta = \tilde{\eta}_i(x, y) dx^i + \eta_i(x, y) \delta y^i$  where  $\eta^H = \tilde{\eta}_i dx^i$ ,  $\eta^V = \eta_i \delta y^i$ ,  $\tilde{\eta}_i = \eta_i - N_j^i \eta_j$  which gives  $\eta^H(X^H) = 0$ ,  $\eta^V(X^H) = 0$ .



Hence, we deduce Kenmotsu Finsler structures on subbundles  $(M^0)^h$  and  $(M^0)^v$ . So,  $((M^0)^h, \phi^H, \xi^H, \eta^H)$  and  $((M^0)^v, \phi^V, \xi^V, \eta^V)$  are called  $(2n+1)$ -dimensional Kenmotsu Finsler manifolds with below relations:

$$\varphi^2 = -I + \eta^H \otimes \xi^H + \eta^V \otimes \xi^V \quad (2.1)$$

$$\eta^H(\xi^H) = 1 = \eta^V(\xi^V), \varphi^H(\xi^H) = 0 = \varphi^V(\xi^V) \quad (2.2)$$

$$\eta^H \circ \varphi^H = 0 = \eta^V \circ \varphi^V, G(X^H, \xi^H) = \eta^H(X^H), G(X^V, \xi^V) = \eta^V(X^V) \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} G(X^H, Y^H) &= G(\varphi^H X^H, \varphi^H Y^H) + \eta^H(X^H)\eta^H(Y^H) \\ G(X^V, Y^V) &= G(\varphi^V X^V, \varphi^V Y^V) + \eta^V(X^V)\eta^V(Y^V) \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} R(X^H, Y^H)\xi^H &= \frac{1}{4}[\eta^H(X^H)Y^H - \eta^H(Y^H)X^H] \\ R(X^V, Y^V)\xi^V &= \frac{1}{4}[\eta^V(X^V)Y^V - \eta^V(Y^V)X^V] \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} R(\xi^H, Y^H)Z^H &= \frac{1}{4}[\eta^H(Z^H)Y^H - G(Y^H, Z^H)\xi^H] \\ R(\xi^V, Y^V)Z^V &= \frac{1}{4}[\eta^V(Z^V)Y^V - G(Y^V, Z^V)\xi^V] \end{aligned} \quad (2.6)$$

$$R(X^H, \xi^H)\xi^H = -\frac{1}{4}, R(X^V, \xi^V)\xi^V = -\frac{1}{4} \quad (2.7)$$

$$S(X^H, \xi^H) = -\frac{n}{2}\eta^H(X^H), S(X^V, \xi^V) = -\frac{n}{2}\eta^V(X^V) \quad (2.8)$$

$$S(\xi^H, \xi^H) = -\frac{n}{2}, S(\xi^V, \xi^V) = -\frac{n}{2} \quad (2.9)$$

where we consider a tensor field  $\varphi$ , a 1-form  $\eta$ , a vector field  $\xi$ , a symmetric tensor field  $G$ , a Finsler connection  $\nabla$  on  $M^0$  with the following decompositions:

$$\begin{aligned} \varphi &= \varphi^H + \varphi^V = \varphi_j^i(x, y) \frac{\delta}{\delta x^i} \otimes dx^j + \tilde{\varphi}_j^i(x, y) \frac{\partial}{\partial y^j} \otimes \delta y^i \\ \eta &= \eta^H + \eta^V = \eta_i(x, y) dx^i + \tilde{\eta}_i(x, y) \delta y^i \\ \xi &= \xi^H + \xi^V = \xi^i(x, y) \frac{\delta}{\delta x^i} + \tilde{\xi}^i(x, y) \frac{\partial}{\partial y^i} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G &= G^H + G^V = g_{(ij)}^F dx^i \otimes dx^j + g_{(ij)}^F \delta y^i \otimes \delta y^j \\ \nabla_X Y &= (\nabla_{X^H}^H Y) + (\nabla_{X^V}^V Y), \forall X \in T_{(x,y)} M^0 \\ \nabla_X \eta &= (\nabla_{X^H}^H \eta^H) + (\nabla_{X^V}^V \eta^V), \forall \eta \in T^*_{(x,y)} M^0 \end{aligned}$$

In the aforementioned relations,  $S$  is the Ricci curvature tensor satisfying

$$S(X, Y) = G(QX, Y) \quad (2.10)$$

with the notation  $Q$  of the Ricci operator.

**Definition 2.1.** *The Weyl Projective curvature tensor of the Kenmotsu Finsler manifold  $(M^0)^h$  is described as follows:*

$$W(X^H, Y^H)Z^H = R(X^H, Y^H)Z^H - \frac{1}{2n} [X^H S(Y^H, Z^H) - Y^H S(X^H, Z^H)] \quad (2.11)$$

for  $X^H, Y^H, Z^H \in T_{(x,y)}M^0$ .

**Definition 2.2.** The  $\mathcal{M}$  -Projective curvature tensor of the Kenmotsu Finsler manifold  $(M^0)^h$  is defined by the following equation:

$$\mathcal{M}(X^H, Y^H)Z^H = R(X^H, Y^H)Z^H - \frac{1}{4n} [X^H S(Y^H, Z^H) - Y^H S(X^H, Z^H) + G(Y^H, Z^H)QX^H - G(X^H, Z^H)QY^H] \quad (2.12)$$

for  $X^H, Y^H, Z^H \in T_{(x,y)}M^0$ .

### 3. WEYL PROJECTIVELY AND $\mathcal{M}$ - PROJECTIVELY FLAT KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

**Theorem 3.1.** If a  $(2n + 1)$  - dimensional Kenmotsu Finsler manifold  $((M^0)^h, \varphi^H, \xi^H, \eta^H, G^H)$  is Weyl Projectively flat, then manifold is Einstein and is of constant curvature.

Proof. Due to the Kenmotsu Finsler manifold is Weyl Projectively flat, we get  $W(X^H, Y^H)Z^H = 0$ . Using inner product by  $U^H$ , we get

$$G(R(X^H, Y^H)Z^H, U^H) = \frac{1}{2n} [G(X^H, U^H)S(Y^H, Z^H) - G(Y^H, U^H)S(X^H, Z^H)] \quad (3.1)$$

for  $X^H, Y^H, Z^H, U^H \in T_{(x,y)}(M^0)^h$ .

By the use of (2.3), (2.6) and taking  $X^H = Y^H = \xi^H$ , we get

$$S(Y^H, Z^H) = -\frac{n}{2} G(Y^H, Z^H) \quad (3.2)$$

So, manifold is Einstein and  $r = -\frac{n}{2} (2n + 1)$ .

**Theorem 3.2.** If a  $(2n + 1)$ -dimensional Kenmotsu Finsler manifold  $((M^0)^h, \varphi^H, \xi^H, \eta^H, G^H)$  is  $\mathcal{M}$  -Projectively flat, then it is reduced to an Einstein manifold and has a constant curvature.

Proof. Due to the Kenmotsu Finsler manifold is  $\mathcal{M}$ -Projectively flat, then  $\mathcal{M}(X^H, Y^H)Z^H = 0$  for  $X^H, Y^H, Z^H \in T_{(x,y)}(M^0)^h$ .

Hence, we have

$$R(X^H, Y^H)Z^H = \frac{1}{4n} [X^H S(Y^H, Z^H) - Y^H S(X^H, Z^H) + G(Y^H, Z^H)QX^H - G(X^H, Z^H)QY^H] \quad (3.3)$$

for  $X^H, Y^H, Z^H \in T_{(x,y)}M^0$ .

Taking  $X^H = \xi$  and using (2.2) and (2.7), we get

$$-G(Y^H, Z^H)\xi^H - \frac{1}{n} G(Y^H, Z^H)Q\xi^H = \frac{1}{n} S(Y^H, Z^H)\xi^H \quad (3.4)$$

for  $Y^H, Z^H \in T_{(x,y)}(M^0)^h$ . By contradicting this, we get (3.2). So, manifold is Einstein and its scalar curvature equals  $-\frac{n}{2} (2n + 1)$ .

**Theorem 3.3.** If a Kenmotsu Finsler manifold  $(M, \varphi^H, \xi^H, \eta^H, G^H)$  is both Weyl Projectively and  $\mathcal{M}$  -Projectively flat, then Weyl Projective and  $\mathcal{M}$  -Projective curvature tensors are linearly dependent.

*Proof.* Due to  $\mathcal{M}$  and  $W$  are linearly dependent, we have

$$\mathcal{M}(X^H, Y^H)Z^H = \lambda W(X^H, Y^H)Z^H \quad (3.5)$$

where  $X^H, Y^H, Z^H \in T_{(x,y)}(M^0)^h$  and  $\lambda$  is a non-zero constant. Using (2.11) and (2.12), we get

$$(1 - \lambda)R(X^H, Y^H)Z^H + \left(\frac{2\lambda-1}{4n}\right)[X^H S(Y^H, Z^H) - Y^H S(X^H, Z^H)] - \frac{1}{4n}[QX^H G(Y^H, Z^H) - QY^H G(X^H, Z^H)] = 0 \quad (3.6)$$

Taking  $X^H = \xi^H$  and using (2.8), (2.9) in (3.6), we have

$$\frac{1-\lambda}{4}[\eta^H(Z^H)Y^H - G(Y^H, Z^H)\xi^H] + \frac{\lambda-1}{2n}[\xi^H S(Y^H, Z^H) + \frac{n}{2}\eta^H(Z^H)Y^H] - \frac{1}{4n}[G(Y^H, Z^H)Q\xi^H - \eta^H(Z^H)QY^H] = 0 \quad (3.7)$$

Taking inner product with  $\xi^H$  and using (2.10), we have

$$S(Y^H, Z^H) = -\frac{(8(\lambda-1)+n)n}{2(2\lambda-1)}G(Y^H, Z^H) \quad (3.8)$$

With the help of (3.2), we get  $\lambda = \frac{7-n}{6}$  from which we complete the proof.

#### 4. $\xi - \mathcal{M}$ -PROJECTIVELY FLAT KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

**Definition 4.1.** Assume that,  $(\varphi^H, \xi^H, \eta^H, G^H)$  is the Kenmotsu Finsler metric structure on  $(M^0)^h$ , then it is called  $\xi - \mathcal{M}$  -Projectively flat if the following relation holds:

$$\mathcal{M}(X^H, Y^H)\xi^H = 0 \quad (4.1)$$

for  $X^H, Y^H \in T_{(x,y)}(M^0)^h$ .

**Theorem 4.2.** For a Kenmotsu Finsler manifold  $((M^0)^h, \varphi^H, \xi^H, \eta^H, G^H)$  necessary and sufficient condition to be  $\xi - \mathcal{M}$  -projectively flat is:  $(M^0)^h$  is an Einstein manifold.

*Proof.* Because of the manifold is  $\xi - \mathcal{M}$  -projectively flat, by (2.12)

$$R(X^H, Y^H)\xi^H = \frac{1}{4n}[X^H S(Y^H, \xi^H) - Y^H S(X^H, \xi^H) + G(Y^H, \xi^H)QX^H - G(X^H, \xi^H)QY^H] \quad (4.2)$$

Using (2.5) and (2.8) in (4.2), we have

$$\frac{1}{2}[\eta^H(X^H)Y^H - \eta^H(Y^H)X^H] = \frac{1}{n}[\eta^H(Y^H)QX^H - \eta^H(X^H)QY^H] \quad (4.3)$$

Contradicting (4.3) and using (2.3), we get the following

$$QX^H = -\frac{n}{2}X^H. \quad (4.4)$$

Taking inner product with  $U^H$  we get

$$G(QX^H, U^H) = -\frac{n}{2}G(X^H, U^H) \quad (4.5)$$

From which we get (3.2). Namely, the Kenmotsu Finsler manifold is Einstein.

**Corollary 4.3.** For a Kenmotsu Finsler manifold  $(M^0)^h$ , following relations are equal;

1.  $(M^0)^h$  is an Einstein manifold
2.  $(M^0)^h$  is Weyl Projectively flat.
3.  $(M^0)^h$  is  $\mathcal{M}$  -Projectively flat.
4.  $(M^0)^h$  is  $\xi - \mathcal{M}$  -Projectively flat.

As a conclusion,

*Weyl projective and  $\mathcal{M}$ -Projective curvature tensors of Weyl Projectively flat Kenmotsu Finsler manifold are linearly dependent.*

*Weyl projective and  $\mathcal{M}$  –Projective curvature tensors of  $\mathcal{M}$  –Projectively flat Kenmotsu Finsler manifold are linearly dependent.*

*Weyl projective and  $\mathcal{M}$  –Projective curvature tensors of  $\xi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively flat Kenmotsu Finsler manifold are linearly dependent.*

## REFERENCES

- [1] Bejancu, A., & Farran, H. R. (2013). Geometry of pseudo-Finsler submanifolds (Vol. 527). Springer Science & Business Media.
- [2] Chaubey, S. K., Prakash, S. & Nivas, R. (2012). Some properties of  $\mathcal{M}$  –projective curvature tensor in Kenmotsu manifolds. Bulletin of Mathematical Analysis and Applications, 4(3), 48-56.
- [3] De, U. C., & De, K. (2012). On  $\varphi$  –Concircularly symmetric Kenmotsu manifolds. Thai Journal of Mathematics, 10(1), 1-11.
- [4] Hui, S. K. (2013). On  $\varphi$  –pseudo symmetric Kenmotsu manifolds. Novi Sad J. Math, 43(1), 89-98.
- [5] Kenmotsu, K. (1972). A class of almost contact Riemannian manifolds. Tohoku Mathematical Journal, Second Series, 24(1), 93-103.
- [6] Pokhariyal, G. P., & Mishra, R. S. (1970). Curvature tensors and their relativistic significance.
- [7] Prakasha, D. G., & Mirji, K. K. (2017). On the  $\mathcal{M}$  – Projective curvature tensor of  $(\kappa, \mu)$  –contact metric manifold. Facta Universitatis, Series: Mathematics and Informatics, 117-128.
- [8] Saroja Devi, M., & Singh, J. P. (2015). On a type of  $\mathcal{M}$  –Projective curvature tensor on Kenmotsu manifold. International J. Of Math. Sci. & Engg.Appls, Vol. 9, No. III, 37-49.
- [9] Shukla, S. S., & Shukla, M. K. (2009). On  $\varphi$  – Ricci symmetric Kenmotsu manifolds. Novi Sad J. Math, 39(2), 89-95.
- [10] Singh, R. N., & Pandey, S. K. (2013). On the  $\varphi$  –Projective curvature tensor of  $N(\kappa)$  –contact metric manifolds. ISRN Geometry, 2013.
- [11] Sinha B. B., & Yadav R. K. (1989). On almost unified contact Finsler structures and connections, Indian Journal of Pure & Applied Mathematics, 20(9), 887-892.
- [12] Sinha, B. B., & Srivastava, A. K. (1991). Curvatures on Kenmotsu manifold. Indian J. pure appl. Math, 22(1), 23-28.
- [13] Sinha, B. B., & Yadav, R. K. (1991). Almost contact semi-symmetric metric Finsler connections on vector bundle. Indian J. pure appl. Math, 22(1), 29-39.
- [14] Wang, Y., & Liu, X. (2015). Locally symmetric CR-integrable almost Kenmotsu manifolds. Mediterranean Journal of Mathematics, 12(1), 159-171.
- [15] Yaliniz A.F., & Caliskan N. (2013). Sasakian Finsler manifolds. Turkish Journal of Mathematics, 37(2), 319-339.
- [16] Yano, K., & Bochner, S. (1953). Curvature and Betti numbers. Princeton University Press.

ON SOME SYMMETRY PROPERTIES OF  $\mathcal{M}$  –PROJECTIVE CURVATURE  
TENSOR OF KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

Nesrin ÇALIŞKAN<sup>1</sup> & Mehmet DAYAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Usak University,  
64200, Usak-TURKEY,

<sup>2</sup>Graduate School of Social Sciences, Usak University, 64200, Usak-TURKEY,

**ABSTRACT**

$\mathcal{M}$  –Projective curvature tensor of Kenmotsu Finsler structures on diffusions of slit tangent bundle of the total space of a Finsler manifold is defined and  $\varphi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively flat and locally  $\varphi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively symmetric and locally  $\mathcal{M}$  –Projectively semi-symmetric Kenmotsu Finsler manifolds are studied. Initially, Kenmotsu Finsler manifolds are summarized with basic principles. Then, it is proved that both locally  $\varphi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively symmetric and locally  $\mathcal{M}$  –Projectively semi-symmetric Kenmotsu Finsler manifolds are Einstein and these spaces are of constant curvature. Also, it is shown that  $\varphi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively flat Kenmotsu Finsler manifolds are  $\eta$  –Einstein. Additionally, we get the results such that; locally  $\varphi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively symmetric Kenmotsu Finsler manifolds are locally  $\varphi$  –symmetric and locally  $\mathcal{M}$  –Projectively semi-symmetric Kenmotsu Finsler manifolds are  $\mathcal{M}$  –Projectively flat.

**Keywords:** Kenmotsu Finsler structure,  $\varphi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively symmetric,  $\varphi$  –  $\mathcal{M}$  –Projectively flat,  $\mathcal{M}$  –Projectively semi-symmetric

**Mathematics Subject Classification (AMS 2010):** 58B20, 53C25, 58A30.

**1. INTRODUCTION**

Kenmotsu introduced normal almost contact Riemannian manifolds in 1972 in [5], then, curvature properties of Kenmotsu manifolds are often studied. Please see [3], [4], [9], [12], [14]. On the other hand, Weyl projective curvature tensor is defined for a Riemannian manifold in order to measure derivation from projectively flatness by Yano and Bochner in 1953 in [16]. Followingly, Pokhariyal, and Mishra defined  $\mathcal{M}$  –Projective curvature tensor with its basic physical and geometric properties in 1970 in [6]. Then, Weyl Projective and  $\mathcal{M}$ -Projective curvature properties of Kenmotsu manifolds are studied like in [2], [8]. Various properties of these projective curvature tensors also discussed for other structures like [7], [10]. Sinha and Yadav studied almost contact structures on a Finsler manifold structure in [11], [13]. Then, Yaliniz and Caliskan founded almost contact and Sasakian structures on Finsler vector bundles in details in [15]. In this research, we discussed some curvature properties of  $\mathcal{M}$ - Projective curvature tensor of Kenmotsu Finsler manifolds.

## 2. PRELIMINARIES

Let  $TM$  be the tangent bundle of a  $(2n+1)$ -dimensional smooth manifold  $M$ . Assume that  $\pi : TM \rightarrow M$  denotes the bundle projection. A vector  $U \in T_u TM$  of  $TM$  at  $u = (x, y)$  is called vertical if  $\pi_*(U) = 0$ . Besides, the vertical subspace of  $T_u(TM)$  is denoted by  $T_u^V(TM)$  and represents the set of all vertical vectors of  $T_u(TM)$  and also coincides with the tangent space of the fibre  $\pi^{-1}(x)$  over  $x \in M$ . A non-linear connection  $N$  defined on  $M$  distributes  $u \in TM$  to  $N_u \subset T_u(TM)$  and satisfies  $T_u(TM) = N_u \oplus T_u^V(TM)$  where  $N_u$  and  $T_u^V(TM)$  are called horizontal and vertical distributions. For a non-linear connection  $N$  at a fixed point  $u \in TM$   $d\pi : N_u \rightarrow T_x M$  is a linear isomorphism and its inverse  $I_{h^v} : T_U(M) \rightarrow N_u$  is called the horizontal lift. Therefore we get a linear isomorphism  $I_y : N_u \rightarrow T_u^V(TM)$  defined by  $I_y = I_{v^v} d\pi$  where  $I_{v^v} : T_U(M) \rightarrow T_u^V(TM)$ , then  $\pi(u)$  is called the vertical lift [13].

Let  $M^0 \neq \emptyset$  be an open submanifold of  $TM$  with the bundle projection  $\pi(M^0) = M$  and  $\theta(M) \cap M^0 = \emptyset$ . Assume  $M_x^0 = T_U(M) \cap M^0$  is a positive conic set, meaningly for any  $k > 0$  and  $y \in M_x^0$  we get  $ky \in M_x^0$ . Clearly,  $M^0 = TM \setminus \theta(M)$  is used for the notation of a Finsler manifold where  $\theta$  is the zero section of  $TM$  [1].

Then, the structure  $F^{2n+1} = (M, M^0, F)$  is called a Finsler manifold where  $F$  is the fundamental function of  $F^{2n+1}$  satisfying  $g_{ij} = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F^2}{\partial y^i \partial y^j}$ ,  $i, j \in \{1, 2, \dots, 2n+1\}$ . Besides, the differential map  $\pi_* : TM^0 \rightarrow TM$  of the submersion  $\pi : M^0 \rightarrow M$  and is used to describe the vertical vector bundle  $(TM^0)^V = \ker \pi_*$ . As locally  $\pi^i(x, y) = x^i$ , we obtain  $\pi_*^i(\frac{\partial}{\partial x^j}) = \delta_j^i$  and  $\pi_*^i(\frac{\partial}{\partial y^j}) = 0$ , on a coordinate neighborhood  $U \subset M^0$ . Hence  $\{\frac{\partial}{\partial y^i}\}$  is a basis of  $\tau(TM^0|_U)^V$  which implies that  $(TM^0)^V$  is an integrable distribution of rank  $2n+1$  on  $M^0$ . We call  $(TM^0)^V$  the vertical vector bundle of  $F^{2n+1}$ . A complementary distribution  $(TM^0)^H$  to  $(TM^0)^V$  in  $TM^0$  is called a non-linear connection or a horizontal distribution on  $M^0$ . Then  $TM^0$  can be decomposed  $TM^0 = (TM^0)^H \oplus (TM^0)^V$  where  $\pi_*(TM^0)^H = (M^0)^h$ ,  $\pi_*(TM^0)^V = (M^0)^v$ . Hence, the basis  $\{\frac{\delta}{\delta x^1}, \dots, \frac{\delta}{\delta x^{2n+1}}\}$  in  $\tau(TM^0|_U)^H$  is defined by  $\frac{\delta}{\delta x^i} = \frac{\partial}{\partial x^i} - N_i^j \frac{\partial}{\partial y^j}$ . Then, their dual basis are  $(dx^i, \delta y^j)$  where,  $\delta y^j = dy^j + N_i^j(x, y) dx^i$ . So, the whole vector field is described by  $U = U^i(x, y) \frac{\delta}{\delta x^i} + \tilde{U}^i(x, y) \frac{\partial}{\partial y^i}$  for all  $U \in TM^0$ . It is clear that, for  $\tilde{U}^i(x, y) = 0$ , we get the subbundle of  $(M^0)^h \subset M^0$  and for  $U^i(x, y) = 0$ , we obtain the subbundle of  $(M^0)^v \subset M^0$ . Meaningly,  $U^H = U^i(x, y) \frac{\delta}{\delta x^i}$ ,  $U^V = \tilde{U}^i(x, y) \frac{\partial}{\partial y^i}$ ,  $\tilde{U}^i = U^i + N_j^i U^j$ . Also, the whole 1-form  $w$  is determined followingly:  $w = \tilde{w}_i(x, y) dx^i + w_i(x, y) \delta y^i$  where  $w^H = \tilde{w}_i dx^i$ ,  $w^V = w_i \delta y^i$ ,  $\tilde{w}_i = w_i - N_j^i w_j$  which gives  $w^H(U^H) = 0$ ,  $w^V(U^H) = 0$  for  $w = w^H + w^V$ .

Hence, we deduce Kenmotsu Finsler structures on subbundles  $(M^0)^h$  and  $(M^0)^v$ . So,  $((M^0)^h, \varphi^H, \xi^H, \eta^H)$  and  $((M^0)^v, \varphi^V, \xi^V, \eta^V)$  are called  $(2n+1)$ -dimensional Kenmotsu Finsler manifolds with below relations:

$$\varphi^2 = -I + \eta^H \otimes \xi^H + \eta^V \otimes \xi^V \quad (2.1)$$

$$\eta^H(\xi^H) = 1 = \eta^V(\xi^V), \varphi^H(\xi^H) = 0 = \varphi^V(\xi^V) \quad (2.2)$$

$$\eta^H \circ \varphi^H = 0 = \eta^V \circ \varphi^V, G(U^H, \xi^H) = \eta^H(U^H), G(U^V, \xi^V) = \eta^V(U^V) \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned} G(U^H, V^H) &= G(\varphi^H U^H, \varphi^H V^H) + \eta^H(U^H)\eta^H(V^H) \\ G(U^V, V^V) &= G(\varphi^V U^V, \varphi^V V^V) + \eta^V(U^V)\eta^V(V^V) \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$\nabla_U^H \xi^H = \frac{1}{2}(U^H - \eta^H(U^H)\xi^H), \nabla_U^V \xi^V = \frac{1}{2}(U^V - \eta^V(U^V)\xi^V) \quad (2.5)$$

$$\begin{aligned} (\nabla_U^H \eta^H)V^H &= \frac{1}{2}[G(U^H, V^H) - \eta^H(U^H)\eta^H(V^H)] \\ (\nabla_U^V \eta^V)V^V &= \frac{1}{2}[G(U^V, V^V) - \eta^V(U^V)\eta^V(V^V)] \end{aligned} \quad (2.6)$$

$$\begin{aligned} R(U^H, V^H)\xi^H &= \frac{1}{4}[\eta^H(U^H)V^H - \eta^H(V^H)U^H] \\ R(U^V, V^V)\xi^V &= \frac{1}{4}[\eta^V(U^V)V^V - \eta^V(V^V)U^V] \end{aligned} \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned} R(\xi^H, V^H)W^H &= \frac{1}{4}[\eta^H(W^H)V^H - G(V^H, W^H)\xi^H] \\ R(\xi^V, V^V)W^V &= \frac{1}{4}[\eta^V(W^V)V^V - G(V^V, W^V)\xi^V] \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$R(U^H, \xi^H)\xi^H = -\frac{1}{4}, R(U^V, \xi^V)\xi^V = -\frac{1}{4} \quad (2.9)$$

$$S(U^H, \xi^H) = -\frac{n}{2}\eta^H(U^H), S(U^V, \xi^V) = -\frac{n}{2}\eta^V(U^V) \quad (2.10)$$

$$S(\xi^H, \xi^H) = -\frac{n}{2}, S(\xi^V, \xi^V) = -\frac{n}{2} \quad (2.11)$$

where  $\varphi = \varphi^H + \varphi^V = \varphi_j^i(x, y) \frac{\delta}{\delta x^i} \otimes dx^j + \tilde{\varphi}_j^i(x, y) \frac{\partial}{\partial y^j} \otimes \delta y^i$  is a tensor field,  $\eta = \eta^H + \eta^V = \eta_i(x, y)dx^i + \tilde{\eta}_i(x, y)\delta y^i$  is a 1-form,  $\xi = \xi^H + \xi^V = \xi^i(x, y) \frac{\delta}{\delta x^i} + \tilde{\xi}^i(x, y) \frac{\partial}{\partial y^i}$  is a vector field,  $G = G^H + G^V = g_{(ij)}^F dx^i \otimes dx^j + g_{(ij)}^F \delta y^i \otimes \delta y^j$  is a symmetric tensor field,  $\nabla$  is a Finsler connection on  $M^0$  satisfying  $\nabla_U V = (\nabla_{U^H}^H V) + (\nabla_{U^V}^V V)$ ,  $\nabla_U w = (\nabla_{U^H}^H w) + (\nabla_{U^V}^V w)$ ,  $\forall w \in T^*_u M^0$  and  $U, V \in T_u M^0$ . Additionally,  $S$  is the Ricci curvature tensor satisfying  $S(U, V) = G(QU, V)$  where  $Q$  is the associated Ricci operator.

**Definition 2.1.** The  $\mathcal{M}$ -Projective curvature tensor of the Kenmotsu Finsler manifold  $(M^0)^h$  is described followingly:

$$\begin{aligned} \mathcal{M}(U^H, V^H)W^H &= R(U^H, V^H)W^H - \frac{1}{4n}[U^H S(V^H, W^H) - V^H S(U^H, W^H) + \\ &G(V^H, W^H)QU^H - G(U^H, W^H)QV^H] \end{aligned} \quad (2.12)$$

for  $U^H, V^H, W^H \in T_u(M^0)^h$ .

### 3. LOCALLY $\varphi - \mathcal{M} -$ PROJECTIVELY SYMMETRIC KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

**Definition 3.1.** A Kenmotsu Finsler manifold is locally  $\varphi - \mathcal{M} -$  Projectively symmetric if

$$\varphi^2(\nabla_T^H \mathcal{M})(U^H, V^H)W^H = 0 \quad (3.1)$$

for  $U^H, V^H, W^H, T^H \in T_u(M^0)^h$ .

**Theorem 3.2.** If a Kenmotsu Finsler manifold is locally  $\varphi - \mathcal{M} -$  projectively symmetric, then manifold is an Einstein manifold and is of constant curvature.

Proof. Using (2.1) and (2.12), we get

$$-(\nabla_T^H \mathcal{M})(U^H, V^H)W^H + \eta((\nabla_T^H \mathcal{M})(U^H, V^H)W^H)\xi^H = 0. \quad (3.2)$$

With the help of (2.12), we get the following relation:

$$\begin{aligned} & -G(\nabla_T^H R)(U^H, V^H)W^H, Z^H) + \frac{1}{4n} [(\nabla_T^H S)(V^H, W^H)G(U^H, Z^H) - \\ & (\nabla_T^H S)(U^H, W^H)G(V^H, Z^H) + G(V^H, W^H)(\nabla_T^H S)(U^H, Z^H) - G(U^H, W^H)(\nabla_T^H S)(V^H, Z^H) + \\ & \eta((\nabla_T^H R)(U^H, V^H)W^H)\eta(Z^H) - \frac{1}{4n} [(\nabla_T^H S)(V^H, W^H)\eta(U^H) - (\nabla_T^H S)(U^H, W^H)\eta(V^H) + \\ & G(V^H, W^H)(\nabla_T^H S)(U^H, \xi^H) - G(U^H, W^H)(\nabla_T^H S)(V^H, \xi^H)]\eta(Z^H) = 0 \end{aligned} \quad (3.3)$$

Taking  $U^H = Z^H = E_i^H$  in (3.3) and taking summation over  $i$ , where  $\{E_1^H, \dots, E_{2n}^H, E_{2n+1}^H\}$  is an orthonormal frame, we have

$$\begin{aligned} & -G(\nabla_T^H R)(E_i^H, V^H)W^H, E_i^H) + \frac{1}{4n} [(\nabla_T^H S)(V^H, W^H)G(E_i^H, E_i^H) - \\ & (\nabla_T^H S)(E_i^H, W^H)G(V^H, E_i^H) + G(V^H, W^H)((\nabla_T^H S)(E_i^H, E_i^H) - \\ & G(E_i^H, W^H)(\nabla_T^H S)(V^H, E_i^H)] + \eta((\nabla_T^H R)(E_i^H, V^H)W^H)\eta(E_i^H) - \\ & \frac{1}{4n} [(\nabla_T^H S)(V^H, W^H)\eta(E_i^H) - (\nabla_T^H S)(E_i^H, W^H)\eta(V^H) + G(V^H, W^H)((\nabla_T^H S)(E_i^H, \xi^H) - \\ & G(E_i^H, W^H)(\nabla_T^H S)(V^H, \xi^H)]\eta(E_i^H) = 0 \end{aligned} \quad (3.4)$$

Via the Ricci tensor definition, (3.4) takes the following form:

$$\begin{aligned} & -(\nabla_T^H S)(V^H, W^H) + \frac{1}{4n} [2n(\nabla_T^H S)(V^H, W^H) - \nabla_T^H S(V^H, W^H) + dr(u)G(V^H, W^H) - \\ & (\nabla_T^H S)(V^H, W^H)] + \eta(\nabla_T^H R)(E_i^H, V^H)W^H)\eta(E_i^H) - \\ & \frac{1}{4n} [(\nabla_T^H S)(V^H, W^H) - \nabla_T^H S(\xi^H, W^H)\eta(V^H) + G(V^H, W^H)(\nabla_T^H S)(\xi^H, \xi^H) - \\ & (\nabla_T^H S)(V^H, \xi^H)\eta(W^H)] = 0. \end{aligned} \quad (3.5)$$

On the other hand, it is well known that



$$\begin{aligned}
 -G(\nabla_T^H R)(E_i^H, V^H)\xi^H, \xi^H &= G(\nabla_T^H (R(E_i^H, V^H)\xi^H), \xi^H) - G(R(\nabla_T^H E_i^H, V^H)\xi^H, \xi^H) - \\
 G(R(E_i^H, \nabla_T^H V^H)\xi^H, \xi^H) &- G(R(E_i^H, V^H)(\nabla_T^H \xi^H, \xi^H).
 \end{aligned}
 \tag{3.6}$$

In consequence of (2.5) and (2.6), (3.6) becomes

$$G\left((\nabla_T^H R)(E_i^H, V^H)\xi^H, \xi^H\right) = \frac{1}{4}G(\nabla_T^H(\eta(E_i^H)V^H - \eta(V)E_i^H), \xi^H) - \frac{1}{2}G(R(E_i^H, V^H)Z^H, \xi^H)
 \tag{3.7}$$

Using (2.2) and (2.7), we have

$$G(\nabla_T^H R)(E_i^H, V^H)\xi^H, \xi^H = 0
 \tag{3.8}$$

Taking  $W^H = \xi^H$  and using (3.7) in (3.5), the below equation holds:

$$(\nabla_T^H S)(V^H, \xi^H) = \frac{1}{2(2n-1)} \cdot dr(u) \cdot \eta(V^H)
 \tag{3.9}$$

Changing  $V^H = \xi^H$  and using (2.11), we get  $dr(u) = 0$  which means that  $r$  is constant, so we have the following:

$$(\nabla_T^H S)(V^H, \xi^H) = 0.
 \tag{3.10}$$

Using (3.10) in the following well known relation,

$$(\nabla_T^H S)(V^H, \xi^H) = (\nabla_T^H (S(V^H, \xi^H))) - S(\nabla_T^H V^H, \xi^H) - S(V^H, \nabla_T^H \xi^H)
 \tag{3.11}$$

We get the below relation

$$0 = -\frac{n}{4}[G(V^H, Z^H) - \eta(V^H)\eta(Z^H)] - \frac{1}{2}S(V^H, Z^H) - \frac{n}{4}\eta(V^H)\eta(Z^H)
 \tag{3.12}$$

from which we get

$$S(V^H, Z^H) = -\frac{n}{2}G(V^H, Z^H).$$

(3.13)

Then manifold is Einstein.

**Theorem 3.3.** *Locally  $\varphi - \mathcal{M} - Projectively$  symmetric Kenmotsu Finsler manifold is locally  $\varphi - symmetric$ .*

*Proof.* By using (2.12), we have the below relation:

$$\begin{aligned}
 G(\nabla_T^H \mathcal{M})(U^H, V^H)W^H, Z^H &= \\
 G(\nabla_T^H R)(U^H, V^H)W^H, Z^H &- \frac{1}{4n}[G(U^H, Z^H)(\nabla_T^H S)(V^H, W^H) - G(V^H, Z^H)(\nabla_T^H S)(U^H, W^H) + \\
 G(V^H, W^H)(\nabla_T^H S)(U^H, \xi^H) &- G(U^H, W^H)(\nabla_T^H S)(V^H, \xi^H)]
 \end{aligned}
 \tag{3.14}$$

From which we get

$$-G((\nabla_T^H \mathcal{M})(U^H, V^H)Z^H, W^H) = -G((\nabla_T^H R)(U^H, V^H)Z^H, W^H).
 \tag{3.15}$$

Taking  $W^H = \xi^H$ , following relation holds:

$$(\nabla_T^H \mathcal{M})(U^H, V^H)Z^H = (\nabla_T^H R)(U^H, V^H)Z^H.
 \tag{3.16}$$

Thus, we get

$$\varphi^2(\nabla_T^H \mathcal{M})(U^H, V^H, Z^H) = \varphi^2((\nabla_T^H R)(U^H, V^H)Z^H). \quad (3.17)$$

Then, manifold is *locally*  $\varphi$  –symmetric.

#### 4. $\mathcal{M}$ –PROJECTIVELY SEMI-SYMMETRIC KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

**Theorem 4.1.**  *$\mathcal{M}$ -projectively semi-symmetric Kenmotsu Finsler manifold is an Einstein manifold.*

Proof. If  $\mathcal{M}$ -projective curvature tensor of a Kenmotsu Finsler manifold is semi-symmetric, then we get

$$R(X^H, Y^H). \mathcal{M} = 0$$

(4.1)

which means

$$R(X^H, Y^H)\mathcal{M}(Z^H, U^H)V^H - \mathcal{M}(R(X^H, Y^H)Z^H, U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H, R(X^H, Y^H)U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H, U^H, R(X^H, Y^H)V^H) = 0.$$

(4.2)

Taking  $X^H = \xi^H$ , we have

$$R(\xi^H, Y^H)\mathcal{M}(Z^H, U^H)V^H - \mathcal{M}(R(\xi^H, Y^H)Z^H, U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H, R(\xi^H, Y^H)U^H)V^H - \mathcal{M}(Z^H, U^H, R(\xi^H, Y^H)V^H) = 0.$$

(4.3)

Using (2.8) in (4.3), we get the below relation

$$\frac{1}{4}[\eta(\mathcal{M}(Z^H, U^H)V^H)Y^H - G(Y^H, \mathcal{M}(Z^H, U^H)V^H)\xi^H - \eta(Z^H)\mathcal{M}(Y^H, U^H)V^H + G(Y^H, Z^H)\mathcal{M}(\xi^H, U^H)V^H - \eta(U^H)\mathcal{M}(Z^H, Y^H)V^H + G(Y^H, U^H)\mathcal{M}(Z^H, \xi^H)V^H - \eta(V^H)\mathcal{M}(Z^H, U^H)Y^H + G(Y^H, V^H)\mathcal{M}(Z^H, U^H, \xi^H)] = 0$$

(4.4)

By the use of (2.2), (2.3), (2.7), (2.9), (2.10) and (2.12) in (4.4), we get

$$\begin{aligned} & \frac{1}{16} \{ [G(Z^H, V^H)\eta(U^H) - G(U^H, V^H)\eta(Z^H)]Y^H - \\ & [G(Y^H, U^H)G(Z^H, V^H) - G(U^H, V^H)G(Y^H, Z^H)]\xi - \\ & \eta(Z^H)[G(Y^H, V^H)U^H - G(U^H, V^H)Y^H] - \eta(U^H)[G(Z^H, V^H)Y^H - G(Y^H, V^H)Z^H] - \\ & \eta(V^H)[G(Z^H, Y^H)U^H - G(U^H, Y^H)Z^H] \} + \\ & \frac{1}{16n} \{ -S(U^H, V^H)\eta(Z^H)Y^H + S(Z^H, V^H)\eta(U^H)Y^H + G(U^H, V^H)\eta(QZ^H)Y^H + \\ & G(Z^H, V^H)\eta(QU^H)Y^H + S(U^H, V^H)G(Y^H, Z^H)\xi^H - S(Z^H, V^H)G(Y^H, U^H)\xi^H + \\ & G(U^H, V^H)G(Y^H, QZ^H)\xi^H - G(Z^H, V^H)G(Y^H, QU^H)\xi^H + [S(U^H, V^H)Y^H - S(Y^H, V^H)U^H + \\ & G(U^H, V^H)QY^H - G(Y^H, V^H)QU^H]\eta(Z^H) + \\ & [S(Y^H, V^H)Z^H - S(Z^H, V^H)Y^H + G(Y^H, V^H)QZ^H - G(Z^H, V^H)QY^H]\eta(U^H) + \\ & [S(U^H, Y^H)Z^H - S(Z^H, Y^H)U^H + G(U^H, Y^H)QZ^H - G(Z^H, Y^H)QU^H]\eta(V^H) \} + \\ & \frac{1}{4} [G(Y^H, Z^H)[\eta(V^H)U^H - G(U^H, V^H)\xi^H] + G(Y^H, U^H)[G(Z^H, V^H)\xi^H - \eta(V^H)Z^H] + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & G(Y^H, V^H)[\eta(Z^H)U^H - \eta(U^H)Z^H] + \\
 & \frac{1}{4n} \left\{ - \left[ S(U^H, V^H)\xi^H + \frac{n}{2}\eta(V^H)U^H + G(U^H, V^H)Q\xi^H - \eta(V^H)QU^H \right] G(Y^H, Z^H) - \right. \\
 & \left[ -\frac{n}{2}\eta(V^H)Z^H - S(Z^H, V^H)\xi^H + \eta(V^H)QZ^H - G(Z^H, V^H)Q\xi^H \right] G(Y^H, U^H) - \\
 & \left. \left[ -\frac{n}{2}\eta(U^H)Z^H + \frac{n}{2}\eta(Z^H)U^H + \eta(U^H)QZ^H - \eta(Z^H)QU^H \right] G(Y^H, V^H) \right\} = 0.
 \end{aligned}
 \tag{4.5}$$

Taking  $Y^H = Z^H = \xi^H$  in (4.5), the below relation holds:

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{16} \{ [\eta(V^H)\eta(U^H)Y^H - G(U^H, V^H)Y^H] - [G(Y^H, U^H)\eta(V^H) - G(U^H, V^H)\eta(Y^H)]\xi^H - \\
 & [G(Y^H, V^H)U^H - G(U^H, V^H)Y^H] - [\eta(V^H)\eta(U^H)Y^H - G(Y^H, V^H)\eta(U^H)\xi^H] - \\
 & [\eta(Y^H)\eta(V^H)U^H - G(U^H, Y^H)\eta(V^H)\xi^H] \} + \frac{1}{16n} \left\{ - \left[ S(U^H, V^H)Y^H + \frac{n}{2}\eta(V^H)\eta(U^H)Y^H - \right. \right. \\
 & \left. \frac{n}{2}G(U^H, V^H)Y^H + \frac{n}{2}\eta(V^H)\eta(U^H)Y^H \right] + \left[ S(U^H, V^H)\eta(Y^H)\xi^H + \frac{n}{2}\eta(V^H)G(Y^H, U^H)\xi^H - \right. \\
 & \left. \frac{n}{2}G(U^H, V^H)\eta(Y^H)\xi^H - \eta(V^H)S(Y^H, U^H)\xi^H \right] + \left[ S(U^H, V^H)Y^H - S(Y^H, V^H)U^H - \right. \\
 & \left. \frac{n}{2}G(U^H, V^H)Y^H + \frac{n}{2}G(Y^H, V^H)U^H \right] + \left[ S(Y^H, V^H)\eta(U^H)\xi^H + \frac{n}{2}\eta(V^H)\eta(U^H)Y^H - \right. \\
 & \left. \frac{n}{2}G(Y^H, V^H)\eta(U^H)\xi^H + \frac{n}{2}\eta(V^H)\eta(U^H)Y^H \right] + \left[ S(U^H, Y^H)\eta(V^H)\xi^H + \frac{n}{2}\eta(Y^H)\eta(V^H)U^H - \right. \\
 & \left. \frac{n}{2}G(U^H, Y^H)\eta(V^H)\xi^H + \frac{n}{2}\eta(Y^H)\eta(V^H)U^H \right] \} + \\
 & \frac{1}{4} \{ [\eta(Y^H)\eta(V^H)U^H - \eta(Y^H)G(U^H, V^H)\xi^H] + \\
 & [G(Y^H, U^H)\eta(V^H)\xi^H - G(Y^H, U^H)\eta(V^H)\xi^H] + [G(Y^H, V^H)U^H - G(Y^H, V^H)\eta(U^H)\xi^H] \} + \\
 & \frac{1}{4n} \left\{ - \left[ \eta(Y^H)S(U^H, V^H)\xi^H - n\eta(Y^H)\eta(V^H)U^H - \right. \right. \\
 & \left. \frac{n}{2}G(U^H, V^H)\eta(Y^H)\xi^H \right] - nG(Y^H, U^H)\eta(V^H)\xi^H + \frac{n}{2}\eta(V^H)G(Y^H, U^H)\xi^H + \\
 & \left. \frac{n}{2}\eta(V^H)G(Y^H, U^H)\xi^H - [n\eta(U^H)G(Y^H, V^H)\xi^H + nG(Y^H, V^H)U^H] \right\} = 0
 \end{aligned}
 \tag{4.6}$$

Replacing  $Y^H = \xi^H$  in (4.6), we have (3.13) which completes the proof.

## 5. $\varphi$ - $\mathcal{M}$ -PROJECTIVELY FLAT KENMOTSU FINSLER MANIFOLDS

**Definition 5.1.** Let  $((M^0)^h, \varphi^H, \xi^H, \eta^H, G^H)$  be a Kenmotsu Finsler manifold, then  $(M^0)^h$  is said to be  $\varphi$ - $\mathcal{M}$ -projectively flat when the below equality is satisfied:

$$G(\mathcal{M}(\varphi U^H, \varphi V^H)\varphi W^H, \varphi Z^H) = 0 \tag{5.1}$$

where  $U^H, V^H, W^H, Z^H \in T_u(M^0)^h$ .

For a  $(2n + 1)$ -dimensional Kenmotsu Finsler manifold, we can verify that following relations hold:

$$\sum_{i=1}^{2n} G(R(\varphi E_i^H, \varphi V^H)\varphi W^H, \varphi E_i^H) = S(\varphi V^H, \varphi W^H) + \frac{1}{4}G(\varphi V^H, \varphi W^H) \tag{5.2}$$

$$\sum_{i=1}^{2n} S(\varphi E_i^H, \varphi E_i^H) = r + \frac{n}{2} \tag{5.3}$$

$$\sum_{i=1}^{2n} G(\varphi E_i^H, \varphi E_i^H) = 2n \tag{5.4}$$

$$\sum_{i=1}^{2n} G(\varphi E_i^H, \varphi W^H) G(\varphi V^H, \varphi E_i^H) = G(\varphi V^H, \varphi W^H) \quad (5.5)$$

$$\sum_{i=1}^{2n} G(\varphi E_i^H, \varphi W^H) S(\varphi V^H, \varphi E_i^H) = S(\varphi V^H, \varphi W^H) \quad (5.6)$$

where  $\{E_1^H, \dots, E_{2n}^H, \xi^H\}$  and  $\{\varphi E_1^H, \dots, \varphi E_{2n}^H, \xi^H\}$  are local orthonormal frames of  $T_u^h M^0$ .

**Theorem 5.2.** Let  $(M^0)^h$  be a  $(2n + 1)$ -dimensional  $\varphi$ - $\mathcal{M}$ -projectively flat Kenmotsu Finsler manifold, then manifold is  $\eta$ -Einstein and is of constant curvature.

*Proof.* Using (2.12) in (5.1), we have

$$\begin{aligned} G(R(\varphi U^H, \varphi V^H)\varphi W^H, \varphi Z^H) = \\ \frac{1}{4n} \{S(\varphi V^H, \varphi W^H)G(\varphi U^H, \varphi Z^H) - S(\varphi U^H, \varphi W^H)G(\varphi V^H, \varphi Z^H)\} + \\ [G(\varphi V^H, \varphi W^H)S(\varphi U^H, \varphi Z^H) - G(\varphi U^H, \varphi W^H)S(\varphi V^H, \varphi Z^H)]. \end{aligned} \quad (5.7)$$

Taking  $U^H = Z^H = E_i^H$  in (5.7) and taking summation over  $i$ , we get

$$\begin{aligned} G(R(\varphi E_i^H, \varphi V^H, \varphi W^H, \varphi E_i^H)) = \\ \frac{1}{4n} \{S(\varphi V^H, \varphi W^H)g(\varphi E_i^H, \varphi E_i^H) - S(\varphi E_i^H, \varphi W^H)G(\varphi V^H, \varphi E_i^H) + \\ G(\varphi V^H, \varphi W^H)S(\varphi E_i^H, \varphi E_i^H) - G(\varphi E_i^H, \varphi W^H)S(\varphi V^H, \varphi E_i^H)\}. \end{aligned} \quad (5.8)$$

By the use of (5.2), (5.3), (5.4), (5.5) and (5.6) in (5.8), following relation holds:

$$S(\varphi V^H, \varphi W^H) = \frac{2r-n}{4(n+1)} G(\varphi V^H, \varphi W^H) \quad (5.9)$$

Changing  $V^H = \varphi V^H$  and  $W^H = \varphi W^H$  in (5.9) and using (2.1), we get the below relation:

$$S(V^H, W^H) = \frac{2r-n}{4(n+1)} G(V^H, W^H) - \frac{2n^2+n+r}{4(n+1)} \eta^H(V^H)\eta^H(W^H) \quad (5.10)$$

From which we get manifold is  $\eta$ -Einstein and taking  $V^H = W^H = E_i^H$  in (5.10) we compute the scalar curvature:

$$r = \frac{n(2r-2n-1)}{2(n+1)} \quad .$$

(5.11)

## REFERENCES

- [1] Barman, A., & De, U. C. (2013). Projective curvature tensor of a semi-symmetric metric connection in a Kenmotsu manifold. *International Electronic Journal of Geometry*, 6(1), 159-169.
- [2] Bejancu, A., & Farran, H. R. (2013). *Geometry of pseudo-Finsler submanifolds* (Vol. 527). Springer Science & Business Media.
- [3] Chaubey, S. K., & Ojha, R. H. (2010). On the  $\mathcal{M}$  – Projective curvature tensor of a Kenmotsu manifold. *Differential Geometry-Dynamical Systems*, 12, 52-60.
- [4] De, U. C. (2008). On  $\varphi$  –symmetric Kenmotsu manifolds. *International Electronic Journal of Geometry*, 1(1), 33-38.
- [5] Hui, S. K. (2013). On  $\varphi$  –pseudo symmetric Kenmotsu manifolds with respect to quarter-symmetric metric connection. *Applied Sciences*, 15, 71-84.

- [6] Kenmotsu, K. (1972). A class of almost contact Riemannian manifolds. *Tohoku Mathematical Journal, Second Series*, 24(1), 93-103.
- [7] Pokhariyal, G. P., & Mishra, R. S. (1970). Curvature tensors and their relativistic significance.
- [8] Prakasha, D. G., Nagaraja B. M. & Mirji, K. K. (2016). On  $\mathcal{M}$  – projectively  $\varphi$  – symmetric  $(\varepsilon)$  –Kenmotsu manifolds. *New Trends in Mathematical Sciences*, 4(4), 295-305.
- [9] Prakasha, D. G., & Chavan, V. (2017). On  $\mathcal{M}$  – Projective Curvature Tensor of Lorentzian  $\alpha$  –Sasakian manifolds. *International Journal of Pure Mathematical Sciences*, 18, 22-31.
- [10] Singh, R. N., Pandey, S. K., & Pandey, G. (2013). On  $W_2$ -curvature tensor in a Kenmotsu manifold. *Tamsui Oxf. J. Inf. Math. Sci*, 29(2), 129-141.
- [11] Sinha, B. B., & Yadav, R. K. (1988). On almost contact Finsler structures on vector bundle. *Indian J. pure appl. Math*, 19(1), 27-35.
- [12] Sinha B. B., Yadav K. (1991). On almost Sasakian Finsler manifolds. *Indian J. pure appl. Math*, 22(3), 185-192.
- [13] Yaliniz A. F., & Caliskan N. (2013). Sasakian Finsler manifolds. *Turkish Journal of Mathematics*, 37(2), 319-339.
- [14] Yano, K., & Bochner, S. (1953). *Curvature and Betti numbers*. Princeton University Press.
- [15] Yıldız, A., De, U. C., & Acet, B. E. (2009). On Kenmotsu manifolds satisfying certain curvature conditions. *SUT J. Math*, 45(2), 89-101.

## THE FIBONACCI-JACOBSTHAL LENGTHS OF THE POLYHEDRAL GROUPS

Prof. Dr. Ömür DEVECİ, Furkan YILMAZ

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

### ABSTRACT

In [6], Deveci defined the Fibonacci-Jacobsthal sequence which is directly related to the Fibonacci and Jacobsthal numbers as follows:

$$F - J(n+4) = 2F - J(n+3) + 2F - J(n+2) - 3F - J(n+1) - 2F - J(n)$$

for  $n \geq 0$  with initial constants  $F - J(0) = F - J(1) = F - J(2) = 0, F - J(3) = 1$ . In this work, we examine the Fibonacci-Jacobsthal orbit in the polyhedral groups and we obtain the lengths of the periods of the Fibonacci-Jacobsthal orbit of the polyhedral groups.

**Keywords:** The Fibonacci-Jacobsthal sequence, Period, Length, Group.

### 1. INTRODUCTION

Akuzum and Deveci [1] obtained the following repeating sequence, reducing the Fibonacci-Jacobsthal sequence  $\{F - J(n)\}$  by a modulus  $m$ :

$$\{F - J^m(n)\} = \{F - J^m(0), F - J^m(1), \dots, F - J^m(i), \dots\}$$

where  $F - J^m(i) = F - J(i) \pmod{m}$ .

It is well-known that a sequence is periodic if, after certain points, it consists only of repetitions of a fixed subsequence. The number of elements in the repeating subsequence is the period of the sequence. A sequence is simply periodic with period  $k$  if the first  $k$  elements in the sequence form a repeating subsequence.

**Theorem 1.1 (Akuzum and Deveci [1]).** The sequence  $\{F - J^m(n)\}$  is periodic for every positive integer  $m$ .

Let  $G$  be a finite  $j$ -generator group and let  $X$  be the subset of  $\underbrace{G \times G \times G \cdots \times G}_j$  such that  $(x_0, x_1, \dots, x_{j-1}) \in X$  if and only if  $G$  is generated by  $x_0, x_1, \dots, x_{j-1}$ . We call  $(x_0, x_1, \dots, x_{j-1})$  a generating  $j$ -tuple for  $G$ .

**Definition 1.1 (Deveci and Akuzum [8]).** For a generating  $j$ -tuple  $(x_0, x_1, \dots, x_{j-1}) \in X$ , the Fibonacci-Jacobsthal orbit is defined as follows:

$$FJ(n+4) = (FJ(n))^{-2} (FJ(n+1))^{-3} (FJ(n+2))^2 (FJ(n+3))^2$$

for  $n \geq 0$ , with initial conditions

$$\begin{cases} FJ(0) = x_1, FJ(1) = x_2, FJ(2) = x_3, FJ(3) = x_4 & \text{if } j = 4, \\ FJ(0) = x_1, FJ(1) = x_2, FJ(2) = x_3, FJ(3) = e & \text{if } j = 3, \\ FJ(0) = x_1, FJ(1) = x_2, FJ(2) = e, FJ(3) = e & \text{if } j = 2. \end{cases}$$

For a  $j$ -tuple  $(x_0, x_1, \dots, x_{j-1}) \in X$ , the Fibonacci-Jacobsthal orbit is denoted by  $FJ_{(G: x_0, x_1, \dots, x_{j-1})}$ .

**Theorem 1.2 (Deveci and Akuzum [8]).** A Fibonacci-Jacobsthal orbit  $FJ_{(G: x_0, x_1, \dots, x_{j-1})}$  of a finite group  $G$  is periodic.

The length of the period of the Fibonacci-Jacobsthal orbit  $FJ_{(G: x_0, x_1, \dots, x_{j-1})}$  is denoted by  $LFJ_{(G: x_0, x_1, \dots, x_{j-1})}$ .

**Definition 1.2 (Coxeter and Moser [5]).** The polyhedral group  $(l, m, n)$  for  $l, m, n > 1$ , is defined by the presentation

$$\langle x, y, z : x^l = y^m = z^n = xyz = e \rangle.$$

For the generating pair  $(x, y)$ , the polyhedral group  $(l, m, n)$  have the presentations

$$\langle x, y : x^l = y^m = (xy)^n = e \rangle$$

and

$$\langle x, y : x^l = y^m = (xy)^{-n} = e \rangle,$$

The polyhedral group  $(l, m, n)$  is finite if and only if the number  $k = lmn \left( \frac{1}{l} + \frac{1}{m} + \frac{1}{n} - 1 \right) = mn + nl + lm - lmn$  is positive. Its order is  $2lmn/k$ .

The study of the linear recurrence sequences in groups began with the earlier work of Wall [14] where the ordinary Fibonacci sequences in cyclic groups were investigated. In the mid-eighties, Wilcox [15] extended the problem to abelian groups. Further, the concept extended to some special linear recurrence sequences by several authors; see for example, [2-4,7,9-13]. In this work, we examine the Fibonacci-Jacobsthal orbit in the polyhedral groups and we obtain the lengths of the periods of the Fibonacci-Jacobsthal orbit of the polyhedral groups  $(n, 2, 2)$ ,  $(2, n, 2)$  and  $(2, 2, n)$  for  $n > 2$ .

## 2. MAIN RESULTS AND PROOFS

In this paper, we consider polyhedral groups as 3-generator groups.

**Corollary 2.1.** The lengths of the periods of the Fibonacci-Jacobsthal orbit in some the polyhedral groups  $(n, 2, 2)$  and  $(2, 2, n)$  are given in the following table.

$n = 3$	$LFJ_{((3,2,2);y,x,z)} = 6$	$LFJ_{((2,2,3);y,x,z)} = 6$
$n = 4$	$LFJ_{((4,2,2);y,x,z)} = 6$	$LFJ_{((2,2,4);y,x,z)} = 6$
$n = 5$	$LFJ_{((5,2,2);y,x,z)} = 72$	$LFJ_{((2,2,5);y,x,z)} = 72$
$n = 6$	$LFJ_{((6,2,2);y,x,z)} = 6$	$LFJ_{((2,2,6);y,x,z)} = 18$
$n = 7$	$LFJ_{((7,2,2);y,x,z)} = 18$	$LFJ_{((2,2,7);y,x,z)} = 18$
$n = 8$	$LFJ_{((8,2,2);y,x,z)} = 12$	$LFJ_{((2,2,8);y,x,z)} = 12$
$n = 9$	$LFJ_{((9,2,2);y,x,z)} = 18$	$LFJ_{((2,2,9);y,x,z)} = 18$
$n = 10$	$LFJ_{((10,2,2);y,x,z)} = 72$	$LFJ_{((2,2,10);y,x,z)} = 72$

**Conjecture 2.1.** If  $n = \prod_{i=1}^t (p_i)^{e_i}$ , ( $t > 1$ ) where  $p_i$ 's are distinct primes. Then

$$LFJ_{((n,2,2);y,x,z)} = lcm \left[ LFJ_{((p_1^{e_1}, 2, 2);y,x,z)}, LFJ_{((p_2^{e_2}, 2, 2);y,x,z)}, \dots, LFJ_{((p_t^{e_t}, 2, 2);y,x,z)} \right]$$

and

$$LFJ_{((2,2,n);y,x,z)} = lcm \left[ LFJ_{((2,2,(p_1^{e_1}));y,x,z)}, LFJ_{((2,2,(p_2^{e_2}));y,x,z)}, \dots, LFJ_{((2,2,(p_t^{e_t}));y,x,z)} \right].$$

**Example 2.1.** For  $n = 5$ , we consider the length of the period of the Fibonacci-Jacobsthal orbit in the polyhedral group  $(5, 2, 2)$ . Using the relations of the polyhedral group  $(5, 2, 2)$ , we have the orbit

$$\begin{aligned} FJ(0) &= y, FJ(1) = x, FJ(2) = z, FJ(3) = e, FJ(4) = x^2, FJ(5) = zx, \\ FJ(6) &= x^4, FJ(7) = x^2, FJ(8) = zx^2, FJ(9) = x^2, FJ(10) = e, \\ FJ(11) &= z, FJ(12) = x^4, FJ(13) = x^4, FJ(14) = zx, FJ(15) = x, \\ FJ(16) &= x^2, FJ(17) = z, FJ(18) = x, FJ(19) = x^4, FJ(20) = zx^4, \\ FJ(21) &= e, FJ(22) = x, FJ(23) = zx^4, FJ(24) = x^2, FJ(25) = x, \\ FJ(26) &= zx^2, FJ(27) = x, FJ(28) = e, FJ(29) = zx, FJ(30) = x^2, \\ FJ(31) &= x^2, FJ(32) = zx^4, FJ(33) = x^3, FJ(34) = x, FJ(35) = zx, \\ FJ(36) &= x^3, FJ(37) = x^2, FJ(38) = zx^3, FJ(39) = e, FJ(40) = x^3, \\ FJ(41) &= zx^3, FJ(42) = x, FJ(43) = x^3, FJ(44) = zx^2, FJ(45) = x^3, \\ FJ(46) &= e, FJ(47) = zx^4, FJ(48) = x, FJ(49) = x, FJ(50) = zx^3, \\ FJ(51) &= x^4, FJ(52) = x^3, FJ(53) = zx^4, FJ(54) = x^4, FJ(55) = x, \\ FJ(56) &= z, FJ(57) = e, FJ(58) = x^4, FJ(59) = z, FJ(60) = x^3, \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} FJ(61) &= x^4, FJ(62) = zx^2, FJ(63) = x^4, FJ(64) = e, FJ(65) = zx^3, \\ FJ(66) &= x^3, FJ(67) = x^3, FJ(68) = z, FJ(69) = x^2, FJ(70) = x^4, \\ FJ(71) &= zx^3, FJ(72) = x^2, FJ(73) = x^3, FJ(74) = zx, FJ(75) = e, \\ FJ(76) &= x^2, FJ(77) = zx, FJ(78) = x^4, \dots \end{aligned}$$

Since  $FJ(3) = FJ(75) = e$ ,  $FJ(4) = FJ(76) = x^2$ ,  $FJ(5) = FJ(77) = zx$  and  $FJ(6) = FJ(78) = x^4$  the length of the period of the Fibonacci-Jacobsthal orbit  $FJ_{((5,2,2);y,x,z)}$  is 72.

**Corollary 2.2.** The length of the period of the Fibonacci-Jacobsthal orbit of the polyhedral group  $(2, n, 2)$ ,  $(n \geq 3)$  is 3.

**Proof.** Firstly, let us consider the group given by the presentation

$$\langle x, y, z : x^2 = y^n = z^2 = xyz = e \rangle.$$

We prove this direct calculation. We have the orbit

$$y, x, z, e, zy, z, e, zy, z, e, zy, \dots$$

So we get  $LFJ_{((2,n,2);y,x,z)} = 3$ .

## REFERENCES

- [1] Akuzum, Y. and Deveci, O. 2019. The Fibonacci-Jacobsthal sequence modulo  $m$ . 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, UMTEB-VI.
- [2] Aydın, H. and Dikici, R. 1998. General Fibonacci sequences in finite groups. *Fibonacci Quarterly*, 36(3), 216-221.
- [3] Campbell, C.M. and Campbell, P.P. 2009. The Fibonacci lengths of Binary polyhedral groups and related groups, *Congressus Numerantium*, 194, 95-102
- [4] Campbell, C.M., Doostie, H. and Robertson, E.F. 1990. Fibonacci length of generating pairs in groups, in applications of Fibonacci numbers. Vol. 3 Eds. G. E. Bergum et al. Kluwer Academic Publishers, 27-35.
- [5] Coxeter, H.S.M. and Moser W.O.J. 1972. *Generator and relations for discrete groups*. 3rd edition, Springer, Berlin.
- [6] Deveci, O., The connections between Fibonacci, Pell, Jacobsthal and Padovan numbers. is submitted.
- [7] Deveci, O. 2015. The Pell-Padovan sequences and the Jacobsthal-Padovan sequences in finite groups. *Utilitas Mathematica*, 98, 257-270.
- [8] Deveci, O. and Akuzum, Y. 2019. The Fibonacci-Jacobsthal sequence in finite groups. 6. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, UMTEB-VI.
- [9] Deveci, O., Akdeniz, M. and Akuzum, Y. 2017. The periods of the Pell-p orbits of polyhedral and Centro-polyhedral groups. *Jordan Journal of Mathematics and Statistics*, 10(1), 1-9.
- [10] Deveci, O. and Karaduman, E. 2011. On the basic  $k$ -nacci sequences in finite groups. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, doi:10.1155/2011/639476.
- [11] Deveci, O. and Karaduman, E, 2015. The Pell sequences in finite groups. *Utilitas Mathematica*, 96, 263-276.

- [12] Doostie, H. and Hashemi, M. 2006. Fibonacci lengths involving the Wall number  $k(n)$ . Journal of Applied Mathematics and Computing, 20, 171-180.
- [13] Knox, S.W. 1992. Fibonacci sequences in finite groups. Fibonacci Quarterly, 30(2), 116-120.
- [14] Wall, D.D. 1960. Fibonacci series modulo  $m$ . The American Mathematical Monthly, 67, 525-532.
- [15] Wilcox, H.J. 1986. Fibonacci sequences of period  $n$  in groups. Fibonacci Quarterly, 24(4), 356-361.

DETERMINATION OF  $L_3$  SUBSHELL FLUORESCENCE YIELDS AND LEVEL  
WIDTHS FOR W AND U IN THE EXTERNAL MAGNETIC FIELD

Prof. Dr. Demet YILMAZ<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Tuba AKKUŞ<sup>2</sup>,

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep UZUNOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Faculty of Sciences, Ataturk University, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Department of Physics, Faculty of Science and Arts, Erzincan Binali Yıldırım University,  
Erzincan, Turkey

<sup>3</sup>Department of Electronics and Automation, Patnos Vocation School, Ağrı İbrahim Çeçen  
University, Ağrı, Turkey

### ÖZET

Bu çalışmada  $L_3$  alttabaka flöresans verimi ( $\omega_3$ ) ve seviye genişliklerine ( $\Gamma_{L_3}$ ) dış manyetik alanın etkisi paramanyetik W ve U elementleri için 59,54 keV foton enerjisi ve  $\pm 0,45$  T dış manyetik alan şiddetleri kullanılarak araştırılmıştır. Manyetik alan uygulanmadığında incelenen atomik parametreler için elde edilen deneysel sonuçların teorik sonuçlarla uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Bu atomik parametreler uygulanan manyetik alanın her iki yönü için azalma eğilimi göstermektedir. Bu sonuçlar atomik parametrelerin ışımının bir manyetik alanda meydana gelmesi ile değişebileceğini göstermektedir.

**Keywords:** *Flöresans verim; Seviye genişliği; Dış manyetik alan.*

### ABSTRACT

The effect of an external magnetic field on the  $L_3$  subshell fluorescence yields ( $\omega_3$ ) and level widths ( $\Gamma_{L_3}$ ) for paramagnetic W and U have been investigated using the 59.54 keV incident photon energy in the external magnetic field of intensities  $\pm 0.45$  T. The measured  $\omega_3$  and  $\Gamma_{L_3}$  values for  $B = 0$  are in good agreement with the theoretical values. It was observed that the values of  $\sigma_{L_3}^X$  and  $\omega_3$  with the applied magnitude of the magnetic field in both directions show a decreasing trend for paramagnetic W and U. The results show that the atomic parameters can change when the irradiation is conducted in a magnetic field.

**Keywords:** *Fluorescence yield; Level width; External magnetic field*

## 1. Introduction

X-ray fluorescence parameters such as fluorescence yields, level widths, linewidths and cross sections, are very important in understanding the ionization of atoms as well as for non-destructive elemental analysis in several fields such as material science, medical physics, industry and environmental science. The primary vacancies in the  $L_i$  subshells can arise from either direct ionization by radiation, or from a shift of a  $K$  shell vacancy to the  $L$  shell. These vacancies decay through radiative, Auger and Coster-Kronig transitions. The number of  $L_i$  subshell X-rays produced per  $L_i$  subshell vacancy decay defines the subshell fluorescence yield  $\omega_i$ . Experimental  $L$  X-ray fluorescence parameters of many elements have been measured by different groups [1-5].

An atom in a field of electromagnetic radiation experiences interactions between its magnetic moments and the magnetic field. The elementary electromagnetic theory explains the behavior of a magnetic dipole of moment  $\mu_i$  when it is placed in an applied magnetic field  $B$ . The dipole will experience a torque ( $\vec{\tau} = \vec{\mu}_i \times \vec{B}$ ) tending to align the dipole with the field, and that, associated with this torque, there is a potential energy of orientation:

$$\Delta E = -\vec{\mu}_i \cdot \vec{B} \quad (1)$$

The slight difference in energy is associated with these different orientations in the magnetic field. Thus, the atomic parameters as the shapes and the circulation properties of the electronic charge clouds, spectral linewidth, radiation rates, atomic lifetimes, photoionization cross sections and fluorescence yields can change when the irradiated atom is placed in an external magnetic field. When the irradiated atom is placed in an external magnetic field, joint action of hyperfine interaction and the magnetic field causes the alignment of the magnetic dipoles in the field direction. It is expected that the  $L_3$  subshell fluorescence yields, level widths and photoionization cross sections can change due to the  $L_3$  subshell vacancy states with  $J = 3/2$  in the presence of an external magnetic field.

In the present work,  $\omega_3$  and  $\Gamma_{L_3}$  for W and U were measured with 59.54 keV photons in the external magnetic field of intensities  $\pm 0.45$  T.

## 2. Experimental

The geometry and shielding of the experimental set-up are shown in Figure 1. Gamma photons of 59.54 keV from a filtered radioisotope  $^{241}\text{Am}$  point source was used for direct excitation of spectroscopically pure powders of W and  $\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . The  $^{241}\text{Am}$  gamma source was housed at the center of a cylindrical lead shield of 10 mm diameter and 36 mm depth. The  $L$  X-ray spectra from different samples were detected by a Si(Li) detector (FWHM = 180 eV at 5.9 keV, an active diameter = 6.2 mm, sensitive crystal depth = 5 mm, Be window thickness = 0.008 mm). The data were collected into 16384 channels of a digital spectrum analyzer DSA-1000.

The samples were mounted in a sample holder placed between the pole pieces of an electromagnet. During the study, the magnetic field intensities of  $\pm 0.45$  T were applied to the samples where + and - represent the relative directions of the magnetic field intensity. The

pulse height spectrum of  $L$  X-rays emitted from each sample was acquired for a period of 10 h to obtain good statistics in the evaluation of each  $L$  X-ray peaks. A typical  $L$  X-ray spectrum of Au at the  $B = + 0.45$  T is shown in Figure 2.

### 3. Data analysis

The experimental  $L_3$  subshell X-ray fluorescence cross sections have been obtained using the equation

$$\sigma_{L_\alpha} = \frac{I_{L_\alpha}}{I_0 G \varepsilon_{L_\alpha} \beta_{L_\alpha} t} \quad (2)$$

where  $I_{L_\alpha}$  is the number of counts per unit time under the photopeak corresponding to  $L_\alpha$  X-rays of elements,  $I_0$  is the intensity of the exciting radiation,  $G$  is a geometrical factor dependent on the source-sample geometry,  $\varepsilon_{L_\alpha}$  is the detector efficiency at the  $L_\alpha$  X-ray energy,  $\beta_{L_\alpha}$  is the target self-absorption correction factor for the target material, which accounts for absorption in the target of incident photons and the emitted characteristic X-rays and  $t$  is the mass per area of the element in  $\text{g/cm}^2$ .

The  $I_0 G \varepsilon$  values corresponding to the 59.54 keV incident photons energy were determined by measuring the  $K$  X-ray yields from spectroscopically pure targets in the atomic range  $23 \leq Z \leq 47$ . The  $I_0 G \varepsilon_{K_\alpha}$  values for the present set-up were determined by the following relationship:

$$I_0 G \varepsilon_{K_\alpha} = \frac{I_{K_\alpha}}{\sigma_{K_\alpha} t \beta_{K_\alpha}} \quad (3)$$

where  $I_{K_\alpha}$ ,  $\varepsilon_{K_\alpha}$ ,  $\beta_{K_\alpha}$  and  $t$  have the same meaning as in eqn (2) except that they correspond to  $K$  X-rays instead of the  $L$  X-rays. The theoretical values of  $\sigma_{K_\alpha}$  fluorescence cross sections are calculated using the equation

$$\sigma_{K_\alpha} = \sigma_K(E) w_K F_{K_\alpha} \quad (4)$$

where  $\sigma_K(E)$  is the  $K$  shell photoionization cross section of the given element for the excitation energy  $E$ . The values of  $\sigma_K(E)$  were taken from Scofield [6] based on Hartree-Slater calculations.  $w_K$  is the  $K$  shell fluorescence yield and was taken from the tables of Krause [7].  $F_{K_\alpha}$  is the fractional X-ray emission rate for  $K_\alpha$  X-rays and is defined as

$$F_{K_\alpha} = \frac{I_{K_\alpha}}{(I_{K_\alpha} + I_{K_\beta})} \quad (5)$$

where  $I_{K_\alpha}$  and  $I_{K_\beta}$  are the  $K_\alpha$  and  $K_\beta$  X-ray intensities, respectively. The values of  $I_{K_\alpha}$  and  $I_{K_\beta}$  were taken from Scofield [8]. The self-absorption correction factor has been calculated using the following relation

$$\beta_{L_\alpha} = \frac{1 - \exp[-(\mu_{inc} / \cos \theta_1 + \mu_{L_\alpha} / \cos \theta_2)t]}{(\mu_{inc} / \cos \theta_1 + \mu_{L_\alpha} / \cos \theta_2)t} \quad (6)$$

where  $\mu_{inc}$  and  $\mu_{L_\alpha}$  are the attenuation coefficients ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) of the incident photons and emitted characteristic X-rays, respectively,  $\theta_1$  and  $\theta_2$  are the angles of incident photon and emitted X-ray with the target.  $\mu_{inc}$  and  $\mu_{L_\alpha}$  were obtained from WinXcom. This is a Windows version of XCOM [9] the well-known program for calculating X-rays attenuation coefficients.

The experimental  $L_3$  subshell fluorescence yields were calculated using the following expressions:

$$w_3 = \frac{\sigma_{L_3}^x}{[\sigma_3 + \sigma_2 f_{23} + \sigma_1 (f_{13} + f_{12} f_{23})]} \quad (9)$$

where  $\sigma_1, \sigma_2$  and  $\sigma_3$  were interpolated from Scofield's table [16] and  $f_{12}, f_{13}$  and  $f_{23}$  were taken from table of Krause [6].

The experimental  $L_3$  subshell level widths were determined using following equation

$$\Gamma_{L_3} = \frac{\Gamma_{L_3}(R)}{\omega_3} \quad (10)$$

where  $\Gamma_{L_3}(R)$  is the radiative transition rates of  $L_3$  subshell.

### 3. Results and discussion

The overall error in the present measurements is estimated to be 4-7 %. This error is the sum of the uncertainties in different parameters used to calculate the  $L_\alpha$  X-ray production cross-sections, namely, the evaluation of peak areas ( $\leq 2\%$ ),  $I_0 G \varepsilon$  product (4-6 %), target mass thickness measurements (1-2 %) and the absorption correction factor ( $\leq 2\%$ ).

The values of  $L_3$  subshell fluorescence yields ( $w_3$ ) decided using eqn (9), for elements are presented in Table 1. The semiempirical values of Krause [6] are also given in Table 1. It is clear from Table 1 that the present experimental values for  $B = 0$  are in general agreement with the values of Krause for all elements. Since experimental results  $L_3$  subshell fluorescence yield for  $B \neq 0$  cannot be found in the literature, the comparison is not made with the other experimental values. It is clear from Table 1 that the investigated  $L_3$  subshell fluorescence yields are symmetrical as expected for the same magnitude but opposite direction of the magnetic field.

In Table 2, the present level widths of  $L_3$  are compared with Campbell and Papp [10]. As seen from Table 2, the values of level widths  $L_3$  with the applied magnitude of the magnetic field in both directions show an decreasing trend for samples. The results show that the transition probabilities  $L_\alpha$  lines show a decreasing trend for samples in the external magnetic

field. This result probably arises from the alignment of the vacancy states with  $J > 1/2$  with external magnetic field.

In conclusion, the magnetic field dependency of  $L_3$  subshell X-rays clearly establish that the atomic parameters such as the shapes and the circulation properties of the electronic charge clouds, spectral linewidth, radiation rates, photoionization cross sections and fluorescence yields can change in an external magnetic field. According to the results presented here, it is possible to enhance the anisotropic emission of  $L_3$  X-rays with an external magnetic field. The best of our knowledge there are no reports regarding effect of an external magnetic field to the  $\omega_3$  and  $\Gamma_{L_3}$  W and U. To obtain more definite conclusions on the magnetic field dependency of the atomic parameters, more experimental data are clearly needed, particularly in the heavy elements region.

### References

1. M. Şahin, L. Demir, Ö. Söğüt, M. Ertuğrul, O. İçelli, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **33**, 93 (2000)
2. R.R. Garg, S. Puri, S. Singh, D. Mehta, J.S. Shahi, M.L. Garg, N. Singh, P.C. Mangal, P.N. Trehan, Nucl. Instr. and Meth. B **72**, 147 (1992)
3. M. Ertuğrul, J. Radioanal. Nucl. Chem. **237**, 139 (1998)
4. A.C. Mandal, S. Santra, D. Mitra, M. Sarkar, D. Bhattacharya, Nucl. Instr. and Meth. B **234**, 176 (2005)
5. K.A. Al-Saleh, N.S. Saleh, Radiat. Phys. Chem. **54**, 117 (1999)
6. J.H. Scofield, UCRL Report 51326 Lawrence Livermore Laboratory CA (1973)
7. M.O. Krause, J. Phys. Chem. Ref. Data **8**, 307 (1979)
8. J.H. Scofield, At. Nucl. Data Tables **14**, 121 (1974)
9. L. Gerward, N. Guilbert, K. Bjorn, H. Levring, Radiat. Phys. Chem. **60**, 23 (2001)
10. J.L. Campell, T. Papp, At. Nucl. Data Tables **77**, 1 (2001)

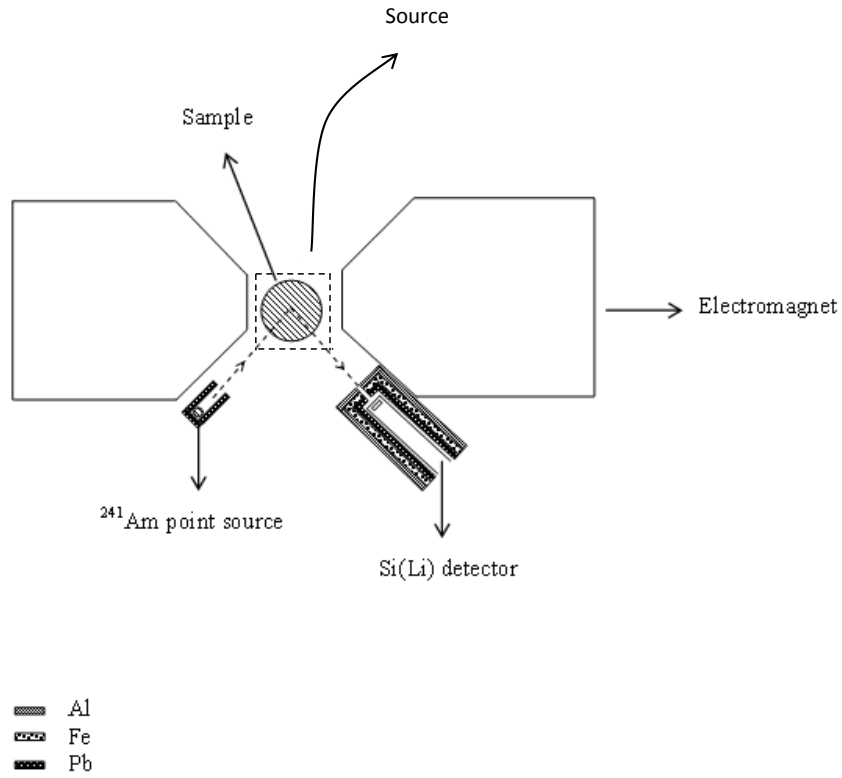


Fig. 1. Experimental set-up.

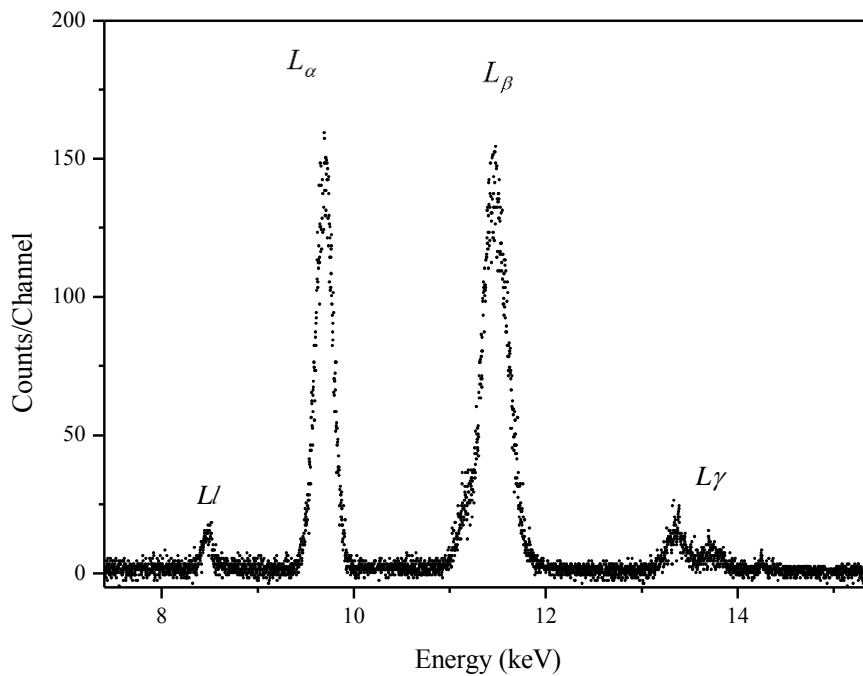


Fig. 2. A typical  $L$  X-ray spectrum of the Au target in  $B = + 0.45$  T.



**Table 1.** The experimental values of  $\omega_3$  for W and U in the external magnetic field.

Element	$\omega_3$ (Exp.)			Literature
	B = 0	B = + 0.45 T	B = - 0.45 T	Ref. 6
$^{74}\text{W}$	$0.258 \pm 0.017$	$0.232 \pm 0.017$	$0.231 \pm 0.016$	0.255
$^{92}\text{U}$	$0.475 \pm 0.029$	$0.422 \pm 0.031$	$0.426 \pm 0.030$	0.489

**Table 2.** The experimental values of  $\Gamma_{L_3}$  for W and U in the external magnetic field.

Element	$\Gamma_{L_3}$ (Exp.)			Literature
	B = 0	B = + 0.45 T	B = - 0.45 T	Ref. 10
$^{74}\text{W}$	$4.514 \pm 0.2$	$3.230 \pm 0.222$	$3.233 \pm 0.241$	$5.08 \pm 0.31$
$^{92}\text{U}$	$7.568 \pm 0.1$	$6.764 \pm 0.223$	$6.762 \pm 0.244$	$8.41 \pm 0.20$

## MEDİKAL SIVI ATIKLARDAN RADYOAKTİF I-131'İN AYRIŞTIRILMASI

**Prof. Dr. Demet YILMAZ, Prof. Dr. Ali GÜROL**

Department of Physics, Faculty of Sciences, Ataturk University, Erzurum, Turkey

### Özet

Hastanelerde, teşhis ve tedavi amacıyla kullanılmakta olan çeşitli radyoizotoplar mevcuttur. İyot-131 (I-131) tümörlerin tedavisinde kullanılan radyoaktif bir maddedir. Radyoaktif iyot vücuda alındıktan sonra; vücuttan çoğunlukla idrar, daha düşük oranlarda ise tükürük, ter ve dışkı ile atılmaktadır. Radyoaktif iyot tedavisi gören hastalar, izole edilmiş radyoterapi odalarında en az dört gün süreyle tutulmakta ve idrar, dışkı ve temizlik maddeleri vasıtasıyla oluşan radyoaktif atıklı sular hastane yönetimi tarafından toplayıcı tanklarda biriktirilmektedir. Radyoaktif madde içeren bu atık sular, belirli bir şiddet değerinin altına düştüğünde şehir kanalizasyonuna verilmektedir. Bu yöntem hem hastane yönetimi için pratik bir uygulama değildir hem de önemli bir çevre sorununu beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada grafen oksit, hastanelerin nükleer tıp merkezlerinde medikal uygulamalar ile oluşan radyoaktif atık suların ayrıştırılmasında kullanılabilirliği araştırılmıştır.

**Anaktar kelimeler:** *I-131; Grafen oksit; HPGe dedektör.*

### ABSTRACT

There are various radioisotopes used in hospitals for diagnosis and treatment. Iodine-131 (I-131) is a radioactive substance used in the treatment of tumors. After the radioactive iodine is taken in the body, it is mostly excreted from the body by urine and in lower rates by saliva, sweat and feces. Patients receiving radioactive iodine therapy are kept in isolated radiotherapy rooms for at least four days and radioactive waste water generated by urine, feces and cleaning agents is collected by the hospital management in collecting tanks. This wastewater containing radioactive material is given to the city sewer when it falls below a certain intensity value. This method is not only a practical application for hospital management but also brings about an important environmental problem. In this work, it is investigated for the separation of radioactive wastewater generated by medical applications in the nuclear medicine centers of hospitals with graphene oxide.

**Keywords:** *I-131; Graphene oxide; HPGe detector.*

## 1. Introduction

The usages in scientific, industrial and medical areas of radioactive materials, also known as radioisotopes or radionuclides, with purposes of researches, development and innovation is increasing day by day [1]. These materials emit alpha ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) and gamma ( $\gamma$ ) radiation with high energy, which is harmful for humans, animals and plants. For these reasons, the controlled use and deposition of them have a crucial importance. The storage of radioactive wastewater in medical applications has become a serious environmental problem due to their long-term radiological and chemical toxicity.

Although the radiotherapy rooms are isolated to protect humans and the environment from radiation by lead walls, the radioisotopes are mixed with wastewater by means of urine and cleaning agents. For example, for radioactive iodine therapy in nuclear medicine units, the patients are kept in hospital rooms for at least four days after the radiopharmaceutical drug (the active substance of sodium iodide-131). During this time, patients drink plenty of water and allow them to take a shower every day. Thus, the radioactive material is discharged from the patient's body with body secretions. This radioactive wastewater is taken from the collecting tank and then kept in two different septic tanks for two months by the hospital management. The activity of radioactive wastewater is measured by the nuclear medical units. When the activity falls below 10 Bq (at the end of the waiting period of approximately four months), the wastewater containing this trace amount of radioactive material is given to the city sewer system. This method is both a low-quality nuclear security application and is not practical for hospital management [2].

There are a lot of methods to treat radioactive wastewater in literature such as thermal evaporation, biotechnological processes, solvent extraction method, electrochemical processes, precipitation, membrane distillation, reverse osmosis and ion exchange method [3]. New materials of high absorption capacity have been searched in recent years and one of the best materials to be used for this purpose is graphene oxide. The graphene oxide has a large surface area ( $\sim 2600 \text{ m}^2/\text{g}$ ) and functional groups containing large amounts of oxygen at the basal planes. Thus, the graphene oxide can provide greater absorption than other materials. In this study, it was carried out to determine whether the graphene oxide could sufficiently adsorb the I-131 from medical liquid wastes.

## 2. Materials and methods

In this work, it was prepared aqueous solutions by using graphene oxide (synthesized by Hummer's method). One solution referred to "undoped" was only prepared by mixing tap water (30 ml) and radioactive material (0.010 g). Later, we mixed the one of the selected materials (0.050 g) with 30 ml of tap water and added 0.010 g of the radioactive material from the MON.IYOT-131 capsule to the solution.

The decay scheme of I-131 is shown in Fig. 1. As shown, there are a lot of the gamma rays as 80 keV, 284 keV, 364 keV and 637 keV emitted from I-131 nuclei. To detect the gamma rays emitted from the prepared solutions, a HPGe detector with a resolution of 490 eV at 122 keV was used. In order to test the filterability of the I-131 with the graphene oxide, an ordinary filter paper was used. The experiment was carried out in three steps: i) the intensities of the gamma rays emitted from the prepared radioactive solutions were measured, ii) the intensities of gamma rays emitted from the filtered solutions were recorded and iii) the intensities of the gamma rays emitted from the used filter paper were measured. These intensities measured in three steps called as  $I_1$ ,  $I_2$  and  $I_3$  in Table 1, respectively. The pulse height spectra were acquired for a period of 500 s, and the spectra were analysed with PyMCA program developed by the [software group](#) of the European Synchrotron Radiation

Facility (ESRF). The typical spectra of gamma peak with the energy of 284 keV emitted from the prepared radioactive solution (S), the filtered solution (FS) and the used filtered paper (FP) are shown for the solution with graphene oxide in Fig. 2.

### 3. Results and discussion

The counts acquired under the gamma peak with the energies of 80 keV, 284 keV, 364 keV and 637 keV are given for the solutions with graphene oxide in Table 1. Also, the intensity ratios  $I_3/I_2$  are presented in Table 1. Since I-131 have a very short half-life of 8.02 days we have corrected all intensities presented in Table 1 for the activity changes during the measurements.

The intensity ratios  $I_3/I_2$  for the solution S1 are very low as expected, because they have arisen from the I-131 atoms stay on the filter paper. These ratios for solution S2 included in graphene oxide are higher than the ratios of the solution S1. This is a clear evidence that graphene oxide is good absorber for I-131 atoms. According to our results listed in Table 1, the intensity ratios  $I_3/I_2$  of S2 are 14.70-16.53%.

### Conclusion

Because of increasing radioisotope usage in different applications (i.e. medicine, industry, electric power generation, food protection and etc.) it is necessary to design new filter systems that remove the radioisotopes from radioactive wastewater or other water contaminated by any radioisotopes. Our results say that the filter systems with different nanomaterials should be designed. This nanomaterial has the superior physical properties as large surface area, high adhesive strength and mechanical hardness. Thus, the necessity of long-term storage of radioactive wastewater in nuclear medical units may be removal.

### References

- [1] C. Andrès, R. Barquero, R. Tortosa, C. Nuñez, A. del Castillo, H.R. Vega-Carrillo, D. Alonso,  $^{131}\text{I}$  activity in urine to the sewer system due to thyroidal treatments, Health Phys. 101 (2011) S110-S115.
- [2] C.G. Jones, A review of the history of U.S. radiation protection regulations, recommendations and standards, Health Phys. 88 (2005) 105-124.
- [3] S. Lee, Y. Kim, J. Park, H.K. Shon, S. Hong, Treatment of medical radioactive liquid waste using Forward Osmosis (FO) membrane process. Journal of Membrane Science, 556 (2018) 238-247.

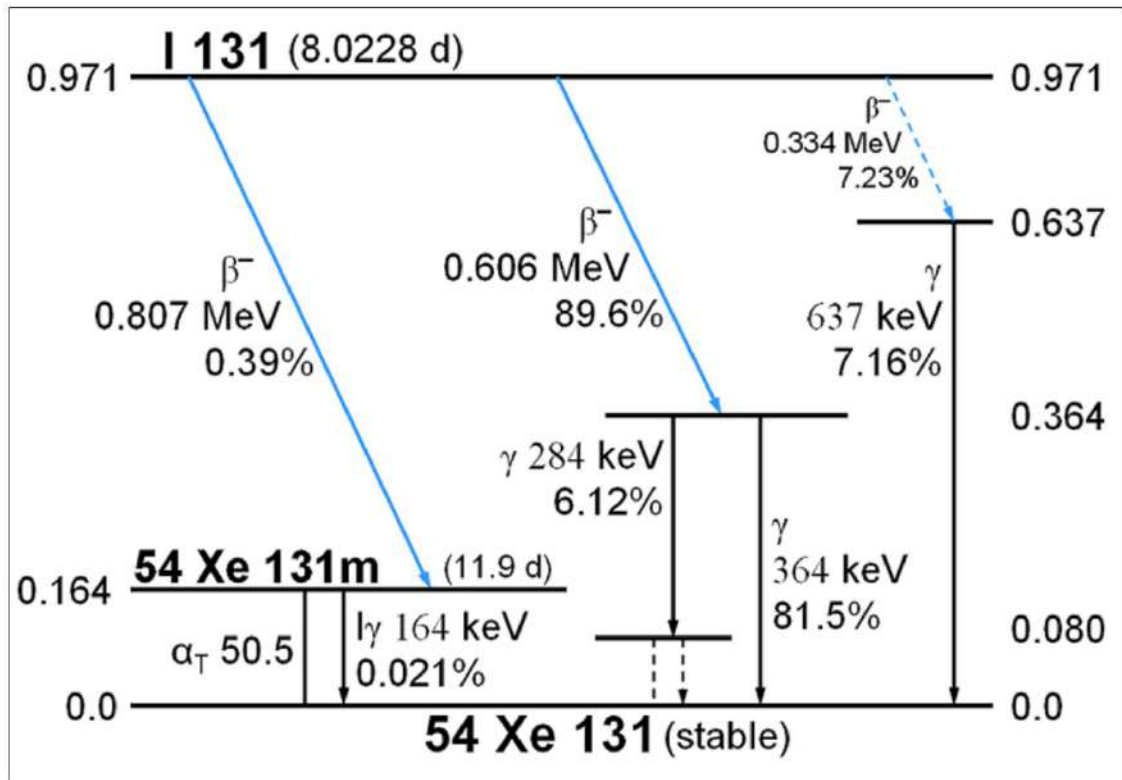
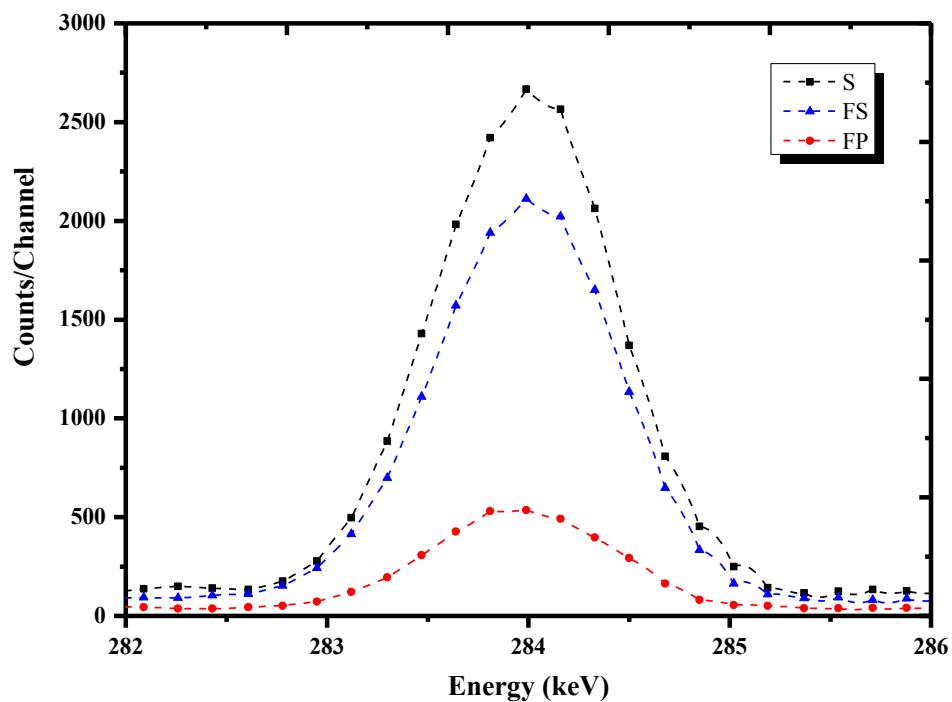


Fig. 1. The decay scheme of I-131.



**Fig. 2.** The typical spectra of gamma peak with the energy of 284 keV emitted from the prepared radioactive solution (S), the filtered solution (FS) and the used filtered paper (FP) for graphene oxide.

Sample name	Intensity	Intensity (Counts/Channel)			
		80 keV	284 keV	364 keV	637 keV
S1	$I_1$	462201	95246	737710	14355
	$I_2$	448260	91525	715669	13825
	$I_3$	14920	3818	25041	505
	$I_3/I_2$ (%)	3.33	4.17	3.49	3.65
S2	$I_1$	88528	19100	138905	2937
	$I_2$	71398	16100	111805	2408
	$I_3$	11749	2367	16934	398
	$I_3/I_2$ (%)	16.46	14.70	15.15	16.53

**Table 1.** The adsorption efficacy of I-131 for some materials.

## WEB CAM KULLANARAK KOZMİK IŞINLARIN GÖZLENMESİ

Arş. Gör. Ahmet POLATOĞLU, Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK  
Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, 25240, Erzurum, Türkiye

### ÖZET

Kozmik Işınlar uzaydan gelen yüksek enerjili ( $10^4$ - $10^{20}$  eV) ve çoğunluğu hidrojen ve helyum atomlarından oluşan parçacıklardır. Her saniye yüzlerce kozmik parçacık dünyamıza ulaşmaktadır. Bu parçacıklar farklı metotlarla yakalanabilmektedir. Kozmik Işınlar bulut odası, sintilasyon dedektörleri, cherenkov teleskopları ve CCD-CMOS benzeri sensörler yardımıyla tespit edilebilmektedir. Bulut odası gibi deneyler kozmik ışınların gözle görülebilmesini sağlarken diğer metotlarla sayısal verilere ulaşılabilir. Yeryüzüne en çok ulaşabilen kozmik ışın müonlar olduğu için müon tespiti üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Deniz seviyesine ulaşan müonların sayısı yaklaşık  $70 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{str}^{-1}$ . Bu çalışmada MATLAB'da yazılmış Cosmic Ray Finder (CRF) isimli program ve 640x480'lık basit bir web cam kullanılarak kozmik ışınlar tespit edilmiştir. CRF, Alexey V. Voronin tarafından mavi, yeşil ve kırmızı renkleri (RGB) algılayarak piksel üzerine düşen yüksek enerjiyi algılamak üzere yazılmıştır. Kullandığımız web cam gelen kozmik ışığın kaçmaması için siyah elektrik bandıyla sıkça sarılmıştır. Buradaki çalışma mekanizması sintilasyon dedektörlerine benzemektedir. Kameraya çarpan kozmik ışın bir parıldama meydana getirir ve bu parıldamanın kaybolmaması için kamera siyah bant ile kaplanır. Ölçümler 1880 m rakıma sahip Erzurum Atatürk Üniversitesi, Fizik Bölümü binası birinci katta pencere yakınında 10 gün boyunca yapılmıştır. Daha sonra 5 gün boyunca bodrum katta ve pencereden uzak bir konumda gözlem yapılmıştır. Bu çalışma neticesinde kozmik ışınlar gözlenmiş ve beton binaların kozmik ışınları kısmen engellediği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** *Atomaltı Parçacıklar, CMOS, CCD, CRF, Kozmik Işınlar, Müon*

## ABSTRACT

Cosmic Rays are particles of high energy ( $10^4$ - $10^{20}$  eV) from space and mostly composed of hydrogen and helium atoms. Every second, hundreds of cosmic particles reach our world. These particles can be captured by different methods. Cosmic Rays can be detected by cloud room, scintillation detectors, cherenkov telescopes and CCD-CMOS-like sensors. Experiments such as the cloud room allow for the visualization of cosmic rays and numerical data can be accessed by other methods. Since there are cosmic ray muons that can reach the earth most, many studies have been done on the detection of muon. The number of muons reaching the sea level is about  $70 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{str}^{-1}$ . In this study, Cosmic Ray Finder (CRF) was written in MATLAB and cosmic rays were detected using a simple 480x640 web cam. The CRF was written by Alexey V. Voronin to perceive blue, green and red colors (RGB) and to perceive high energy per pixel. The web cam we use is often wrapped with a black electrical tape to prevent the cosmic light from escaping. The working mechanism here is similar to the scintillation detectors. The cosmic ray striking the camera creates a scintillation and the camera is covered with black tape to prevent this glimmering. The measurements were conducted for 10 days in the building of the Department Physics at Erzurum Atatürk University, which has an altitude of 1880 m. Then, the observation was conducted for 5 days at basement. As a result of this study, cosmic rays were observed and concrete buildings partially obstructed cosmic rays.

**Keywords:** *Subatomic Particles, CMOS, CCD, CRF, Cosmic Rays, Muon*

## 1. GİRİŞ

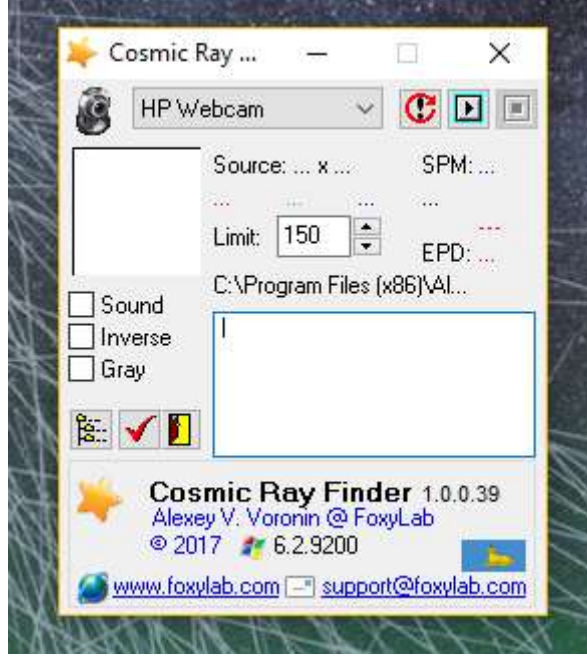
Kozmik Işıklar uzaydan gelen enerjileri yaklaşık  $10^4$ - $10^{20}$  eV arasında değişen ve çoğunluğu hidrojen ve helyum atomlarından oluşan parçacıklardır. Her saniye yüzlerce kozmik parçacık dünyamıza ulaşmaktadır. Yeryüzüne en çok ulaşabilen kozmik ışın müonlar olduğu için müon tespiti üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmamızda da özellikle müonların tespiti üzerinde durulmuştur.

Müonlar standart model de leptonlar sınıfına dâhildirler. Kütleleri elektrondan yaklaşık 200 kat daha fazladır. Ömürleri sadece  $2,2 \mu\text{s}$ 'dir ve kararsız yapıdadır. Müon bozunması neticesinde üç parçacık oluşabilir: elektron (e), elektron nötrinosu ( $\nu_e$ ) ve müon nötrinosu ( $\nu_\mu$ ). Deniz seviyesinde saniyede  $\text{m}^2$  ye yaklaşık 70 müon parçacığı geçmektedir.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Kozmik ışınların gözlenmesi çalışmasında bir adet 480x640 piksellik CMOS sensörlü web kamera ve Matlab'da yazılmış Cosmic Ray Finder (CRF) programı kullanılmıştır (<https://foxylab.com/CRF.php?en>). Gelen kozmik ışığın CMOS sensörde oluşturacağı parıltının yakalanabilmesi için kamera siyah elektrik bandı ile iyice sarılmıştır.





Şekil 1. Cosmic Ray Finder (CRF) Arayüzü

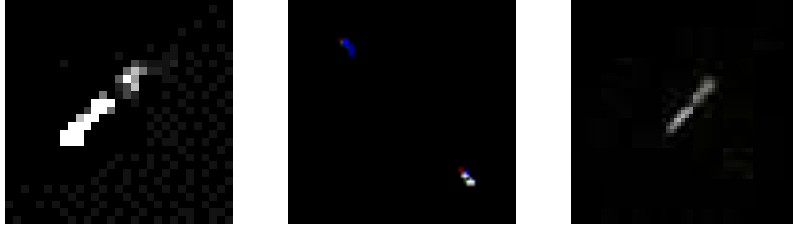


Şekil 2. Web Kamera ve bant ile sarılmış şekli.

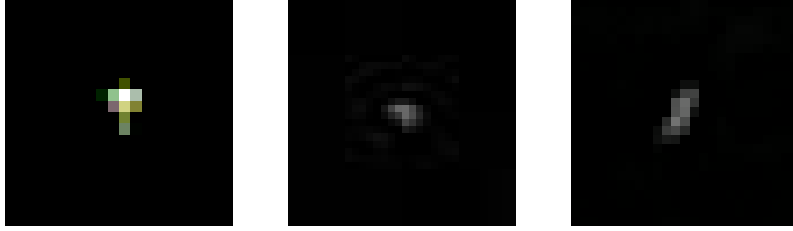
Web kamera usb ile kameraya bağlanıp kamera yere paralel şekilde yerleştirilmiş ve veriler bu şekilde alınmıştır. Veriler Atatürk Üniversitesi Fizik Bölümünde yapılmıştır. Öncelikle bölümün birinci katında pencereye yakın bir yerde 10 gün ölçüm alınmış daha sonra bodrum katta pencereden uzak bir yerde 5 gün gözlem yapılmıştır.

### 3. BULGULAR

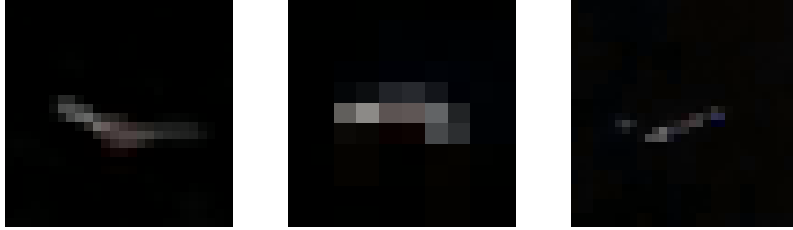
Gözlemler neticesinde 1. katta pencere yanında günlük ortalama 6 adet parçacık yakalanmıştır. Bodrum katta ve pencereden uzak konumda ise ortalama 0,4 parçacığın yakalandığı gözlenmiştir. Yakalanan ince uzun parçacıklar müonlardır. Noktaya benzeyen parçacıklar MeV mertebesinde enerjiye sahip elektronlardır. Uzun kıvrımlı parçacıklar telefonda compton saçılması sonucu oluşan düşük enerjili elektron veya pozitronlardır.



Şekil 3. Müonlar



Şekil 4. Düşük Enerjili Elektronlar (Spot)



Şekil 5. Elektronlar (Worms)

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Müonlar deniz seviyesinde saniyede  $m^2$ 'ye yaklaşık 70 müon düşmektedir. Deneyde kullandığımız kamera düşük çözünürlüklü ve küçük bir kamera olduğu için az sayıda veri almaktadır. Üç katlı beton bir binadan oluşan Atatürk Üniversitesi Fizik bölümünün birinci katında pencereye yakın yerde günlük ortalama 6 adet sayım elde edilmişken, bodrum katta pencereden uzak noktada beş günde sadece 2 parçacık tespit edilmiştir. Bu betonların kozmik ışınların geçişine engel olduğunu göstermektedir. Yukarıda müon ve elektronlara ait görüntüler elde edilmiştir. Böylece basit web kamera ile bu türden bir çalışmanın yapılmasının mümkün olduğu gösterilmiştir.

#### KAYNAKLAR

Groom, D. Cosmic Rays and Other Nonsense in Astronomical CCD Imagers. *Experimental Astronomy* 14: 45–55, 2002

Voronin, A. Cosmic Ray Finder (CRF). 2019. URL: <https://foxylab.com/CRF.php?en>.

Bahmanabadi, M. A Method for Determining the Angular Distribution of Atmospheric Muons Using a Cosmic Ray Telescope. *Nuclear Inst. And Methods in Physics Research*. 2019

Cecchini, S. Sioli, M. Cosmic Ray Muon Physics

Bremer, J. Nobles F. Characterising the Cosmic Rays in a CCD. *Basic Detection Techniques*. 2015

## KOZMİK IŞINLARI TESPİT ETME YÖNTEMLERİ

Arş. Gör. Ahmet POLATOĞLU

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Astrofizik Bölümü, 25240, Erzurum, Türkiye

### ÖZET

Kozmik Işınlar uzaydan gelen yüksek enerjili parçacıklardır. Bu parçacıkların yaklaşık %90'ı hidrojen, %9'u helyum ve geri kalan %1'i de serbest elektron ve diğer parçacıklardan meydana gelmektedir. Kozmik ışınların orijini hala araştırılan bir konudur. Bu ışınların az bir kısmı güneşten, bir kısmı dış uzaydan ve çoğunluğu süpernova patlamaları ve aktif galaksi çekirdeklerinden gelmektedir. Her an vücudumuzdan binlerce kozmik ışın geçmektedir. Kozmik Işınlar atmosferin üst katmanlarında madde ile etkileşime girerek daha düşük enerjili müon ve pion gibi atomaltı parçacıklara dönüşürler. Dönüşen bu parçacıklar hava duşu şeklinde yeryüzüne ulaşırlar. Atmosferin üst katmanlarına ulaşan yüksek enerjili kozmik parçacıklara Birincil Kozmik Işınlar, etkileşim sonrası hava duşu şeklinde dünyaya ulaşan parçacıklara da İkincil Kozmik Işınlar denilmektedir. Üzerinde en çok çalışılan parçacıklar müonlardır. Çünkü müonlar deniz seviyesine kadar ulaşabilmektedir ve tespit yöntemleri kolay ve daha az maliyetlidir. Pion ve kaon gibi parçacıklar ise daha yüksek rakımlarda bozunmaktadır. Deniz seviyesine ulaşan müonların sayısı yaklaşık  $70 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{sr}^{-1}$ . Enerjisi de yaklaşık 4GeV mertebesindedir. Kozmik Işınlar bulut odası, geiger sayaçları, sintilasyon dedektörleri, cherenkov teleskopları ve CCD-CMOS benzeri sensörler yardımıyla tespit edilebilmektedir. Bu çalışmada genel hatlarıyla kozmik ışınlar ve tespit yöntemleri araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Atomaltı Parçacıklar, CCD, Kozmik Işınlar, Müon, Sintilasyon Dedektörü*

## ABSTRACT

Cosmic Rays are high-energy particles from space. Approximately 90% of these particles are hydrogen, 9% are helium and the remaining 1% are free electrons and other particles. The origin of cosmic rays is still a subject under investigation. A small portion of these rays come from the sun, some from outer space, and the majority from supernova explosions and active galaxy nuclei. Every moment, thousands of cosmic rays pass through our bodies. The Cosmic Rays interact with matter in the upper layers of the atmosphere, transforming them into subatomic particles such as low energy muon and pion. These transformed particles reach the earth in the form of air showers. The primary cosmic rays to the high energy cosmic particles reaching the upper layers of the atmosphere are called Secondary Funny Beams, which reach the earth in the form of air shower after interaction. The most studied particles are muons. Because the muons can reach the sea level and the detection methods are easy and less costly. Particles such as pion and chaon decay at higher altitudes. The number of muons reaching the sea level is about  $70 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{str}^{-1}$ . The energy is about 4 GeV. Cosmic Rays can be detected by cloud room, geiger counters, scintillation detectors, cherenkov telescopes and CCD-CMOS like sensors. In this study, cosmic rays and detection methods have been investigated.

**Keywords:** *Subatomic Particles, CCD, Cosmic Rays, Muon, Scintillation Detector*

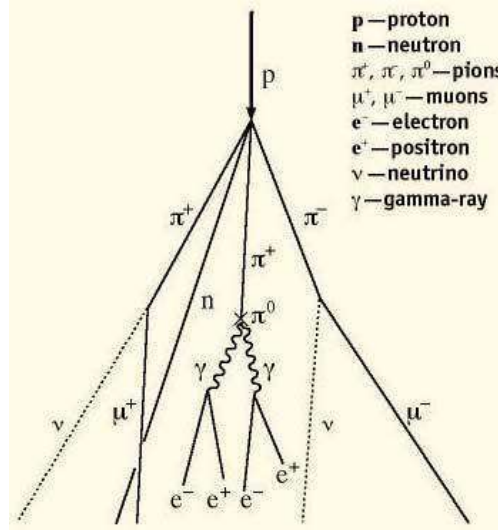
## 1. GİRİŞ

Öz kütleli yüksek enerjili parçacıklar “kozmetik ışın” olarak tanımlanmaktadır. Işın terimi aslında elektromanyetik radyasyon yerine kullanılmıştır. Daha sonradan kozmik ışın ifadesi kullanılmıştır ve halk diline bu şekilde yerleşmiştir. Ortak bilimsel kullanımda ise, öz kütleli yüksek enerjili parçacıklar “kozmetik ışın” olarak bilinir. Elektromanyetik radyasyonun (öz kütlesi olmayan) kuantumu olan fotonlar ise fotonlarının enerjisine bağlı olarak gama veya x-ışınları gibi yaygın isimleriyle bilinirler.

Kozmik ışınlar yüksek enerjili ışınımlardır. Genellikle güneş sisteminin dışından ve güneşten gelirler. Dünya atmosferine ulaşıp çarptıklarında, ikincil kozmik ışın yağmurlarını oluştururlar ve bu ışın yağmurlarının bir kısmı yeryüzüne ulaşır. Kozmik ışınlar iki sınıfta incelenirler. Birincil kozmik ışınlar doğrudan dünya atmosferine gelen çok yüksek enerjili kozmik ışınlardır. Ancak kimi zaman kozmik ışın atmosferden geçerken atmosferdeki gaz atomlarıyla çarpışmaktadır. Bu durumda parçacık reaksiyona girerek daha düşük enerjili başka parçacıklar haline gelmektedir. Bu durumda yere ulaşan kozmik ışınlar ise ikincil kozmik ışın denilmektedir.

Birincil kozmik ışınlar genellikle hidrojen veya helyum çekirdeklerinden oluşur. Hidrojen çekirdeği yani proton kozmik ışınların % 90 ını, helyum çekirdeği, yani alfa parçacığı ( $\alpha$ ) ise % 9 unu meydana getirir. Bütün diğer çekirdekler ve elektronlar ise geri kalan % 1 in içindedir. (Buradaki oranlar sayı oranlarıdır). Bu oranlar genellikle yıldız yüzeylerinde gözlemlenen element bolluklarına denktir. Buna karşılık, ikincil kozmik ışınlarda farklı dağılım vardır ve ikincil kozmik ışınlarda lityum, berilyum ve bor gibi doğada az bulunan bazı atom çekirdeklerine de rastlanır. Yine ikincil ışınlarda kısa yarı ömre sahip olup, bir

arada mezon adı verilen bazı parçacıklara da rastlanır (muon, pion, kaon...). Atmosfere ulaşan birincil kozmik ışınların bozunma ihtimalleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1. Kozmik Işınlarnın Bozunma Süreci

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 2.1. Hava Cherenkov Teleskobu

Bu teleskop, düşük enerjili kozmik ışınları (<200GeV) Cherenkov ışınımını analiz ederek yakalamak üzere tasarlanmıştır. Kozmik ışınlar, kendi ortamlarında ilerlerken ortamdaki hızdan daha hızlı hareket ederek gama ışınları yayarlar. Bu teleskoplar, arka plan ışınımı ile kozmik ışın kaynağının ayırt edilmesinde son derece iyidir. Başka bir Cherenkov teleskopu da, parçacıkları geçirip onları saptanabilir hale getirmek için Cherenkov radyasyon üreten bir ortam olarak su kullanan teleskoptur.

### 2.2. Kapsamlı Hava Duşu (EAS- Extensive Air Shower) Dizileri

EAS, içerisinde geçen yüklü parçacıkları ölçerek çalışmaktadır. EAS dizileri, Hava Cherenkov Teleskoplarına kıyasla çok daha yüksek enerji kozmik ışınları ölçer ve gökyüzünün geniş bir alanını gözlemleyebilir ve zamanın yaklaşık% 90'ı aktif olabilir. Buna karşın, arka plan etkilerini kozmik ışınlardan ayırma gücü Hava Cherenkov Teleskoplarına göre daha azdır. EAS dizileri, parçacıkları algılamak için plastik sintilatör kullanır.

### 2.3. Yüksek İrtifa Balonları

Robert Fleischer, P. Buford Price ve Robert M. Walker tarafından yüksek irtifa balonlarında kullanılmak geliştirildi. Bu yöntemde, 0.25 mm Lexan polikarbonat gibi şeffaf plastik tabakalar birlikte istiflenir ve uzayda veya yüksek rakımda doğrudan kozmik ışınlara maruz kalır. Nükleer yük plastikte kimyasal bağ kırılmasına veya iyonlaşmaya neden olur. Yüksek

kozmetik ışın hızından ötürü, plastik yığının tepesinde iyonizasyon daha az olur. Yığındaki yavaşlamaya bağlı olarak kozmik ışın hızı düşükçe yol boyunca iyonlaşma artar. Elde edilen plastik levhalar, yüzey materyalini yavaş ve bilinen bir oranda uzaklaştıran sıcak kostik (hayvan ve bitki dokularını yakan, aşındıran) sodyum hidroksit solüsyonunda aşındırılır veya yavaşça çözülür. Kostik sodyum hidroksit, plastik iyonize plastik yolu boyunca daha hızlı bir oranda eritir. Net sonuç, plastikte konik bir oyma çukuru oluşur. Delik çukurları, yüksek güçlü bir mikroskop altında ölçülür ve aşındırma oranı, istiflenmiş plastikte derinliğin bir fonksiyonu olarak çizilir.

Bu teknik, atom numarası 1'den 92'ye kadar olan her bir atom çekirdeği için eşsiz bir eğri verir ve plastik yığını geçen kozmik ışının hem şarj hem de enerjisinin tanımlanmasına izin verir. Yol boyunca iyonlaşma ne kadar geniş olursa şarj o kadar yüksek olur. Kozmik ışın tespiti için kullanılmasına ek olarak, bu tekniği aynı zamanda nükleer fisyon ürünü olarak üretilen çekirdekleri tespit etmek için de kullanılır.

#### **2.4. Kabarcık ve Bulut Odaları**

Pion bozulduğunda yaratılan sekonder müonları gözlemek için Bulut Odaları'nın kullanılmasını içerir. Bulut bölmeleri, özellikle yaygın olarak bulunan malzemelerden yapılabilir ve bir lise laboratuvarında bile yapılabilir. Kabarcık odalar ise daha eski bir yöntemdir.

#### **2.5. Azot Uyarımı**

Atmosferdeki azot uyarımından kaynaklanan azot floresansından gelen ışığı, atmosferde hareket eden parçacıkların duşuyla (shower of particle) tespit eder. Bu yöntem, kozmik ışının geldiği yönün doğru tespit edilmesini sağlar.

#### **2.6. Sintilasyon Detektörleri**

Bu sistem diğerlerine göre daha düşük maliyetli ve birçok üniversitede kullanılan bir sistemdir. Sintilasyon detektörlerinin farklı tasarımları bulunmaktadır. Kısaca bu detektörlerin çalışma prensibini açıklayalım. Detektöre gelen parçacık detektörde bulunan Sintilatör karosundan geçtiğinde sintilatörü oluşturan atomlarla etkileşerek yani onları uyararak ışık oluşturur. Bu ışık foto çoğaltıcılara aktarılır, foto çoğaltıcının katoduna çarpan bu ışıkların kopardığı foto elektronlar dinotta çoğaltılarak dışarıya sinyal (voltaj veya akım) olarak verilir. Daha sonra bu sinyaller lemo kablosu ile veri okuma cihazına gönderilir, belli aralıktaki sinyal değerleri temizlenerek tetiklenir ve kayıt altına alınır.

#### **2.7. CMOS Sensörler**

Son olarak, yaygın akıllı telefon kameralarındaki CMOS cihazları, en azından geleneksel kozmik ışın dedektörleri ile karşılaştırılabilen ultra-yüksek enerji kozmik ışınlarından (UHECR'ler) gelen hava duşlarını tespit etmek için yazılan android uygulamaları. Örnek olarak: CRAYFIS, Credo, Deco...

### 3. SONUÇ

Kozmik ışınlar son yıllarda çok fazla araştırılan konuların arasındadır. Bu yüksek enerjili parçacıkların birçok tespit edilme yöntemi vardır. Bu yöntemlerin bir kısmı sadece ışınların izlerini görmeye yararken diğer yöntemler ise istatistiki veriler elde etmemizi sağlar. Kozmik parçacıkların büyük çoğunluğunun aktif galaktik çekirdeklerden geldiği tahmin edilmektedir. Bu alanda yapılacak daha nitelikli çalışmalar neticesinde kozmik ışınların orijini hakkında daha net bilgiler elde edilecek ve atomaltı parçacıkları anlamamız kolaylaşacaktır. Ayrıca yeni enerji sistemleri ortaya çıkabilir.

### KAYNAKLAR

Thomas K. Gaisser, Ralph Engel, Elisa Resconi. Cosmic Rays and Particle Physics. Cambridge University Press. 2016

Y.I. Stozhkov, N.S. Svirzhevsky, And V.S. Makhmutov. Cosmic Ray Measurements in the Atmosphere. 2015

P. K. F. Grieder, Cosmic Rays at Earth: Researcher's Reference Manual and Data Book, Elsevier, 2001

B. B. Rossi, Cosmic Rays, McGraw-Hill, New York, 1964.

Atakan, M., Kars Bölgesinde Ölçülen Kozmik Akı Yoğunluğu, Y.Lisans Tezi, 2014, Kars

<http://www.cosmic-ray.org/reading/intro.html>

Cosmic Ray. wikipedia. 2019. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic\\_ray](https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_ray)



**DETERMINATION OF  $L_3$  SUBSHELL FLUORESCENCE YIELDS AND LEVEL WIDTHS FOR W AND U IN THE EXTERNAL MAGNETIC FIELD**

**Prof. Dr. Demet YILMAZ<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Tuba AKKUŞ<sup>2</sup>,  
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep UZUNOĞLU<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Physics, Faculty of Sciences, Ataturk University, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Department of Physics, Faculty of Science and Arts, Erzincan Binali Yıldırım University, Erzincan, Turkey

<sup>3</sup>Department of Electronics and Automation, Patnos Vocation School, Ağrı İbrahim Çeçen University, Ağrı, Turkey

**ÖZET**

Bu çalışmada  $L_3$  alttabaka flöresans verimi ( $\omega_3$ ) ve seviye genişliklerine ( $\Gamma_{L_3}$ ) dış manyetik alanın etkisi paramanyetik W ve U elementleri için 59,54 keV foton enerjisi ve  $\pm 0,45$  T dış manyetik alan şiddetleri kullanılarak araştırılmıştır. Manyetik alan uygulanmadığında incelenen atomik parametreler için elde edilen deneysel sonuçların teorik sonuçlarla uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Bu atomik parametreler uygulanan manyetik alanın her iki yönü için azalma eğilimi göstermektedir. Bu sonuçlar atomik parametrelerin ışımanın bir manyetik alanda meydana gelmesi ile değişebileceğini göstermektedir.

Keywords: *Flöresans verim; Seviye genişliği; Dış manyetik alan.*

**ABSTRACT**

The effect of an external magnetic field on the  $L_3$  subshell fluorescence yields ( $\omega_3$ ) and level widths ( $\Gamma_{L_3}$ ) for paramagnetic W and U have been investigated using the 59.54 keV incident photon energy in the external magnetic field of intensities  $\pm 0.45$  T. The measured  $\omega_3$  and  $\Gamma_{L_3}$  values for  $B = 0$  are in good agreement with the theoretical values. It was observed that the values of  $\sigma_{L_3}^X$  and  $\omega_3$  with the applied magnitude of the magnetic field in both directions show a decreasing trend for paramagnetic W and U. The results show that the atomic parameters can change when the irradiation is conducted in a magnetic field.

Keywords: *Fluorescence yield; Level width; External magnetic field*

**Introduction**

X-ray fluorescence parameters such as fluorescence yields, level widths, linewidths and cross sections, are very important in understanding the ionization of atoms as well as for non-destructive elemental analysis in several fields such as material science, medical physics, industry and environmental science. The primary vacancies in the  $L_i$  subshells can arise from either direct ionization by radiation, or from a shift of a  $K$  shell vacancy to the  $L$  shell. These vacancies decay through radiative, Auger and Coster-Kronig transitions. The number of  $L_i$  subshell X-rays produced per  $L_i$  subshell vacancy decay defines the subshell fluorescence yield  $\omega_i$ . Experimental  $L$  X-ray fluorescence parameters of many elements have been measured by different groups [1-5].

An atom in a field of electromagnetic radiation experiences interactions between its magnetic moments and the magnetic field. The elementary electromagnetic theory explains the behavior of a magnetic dipole of moment  $\mu_i$  when it is replaced in an applied magnetic field

B. The dipole will experience a torque ( $\vec{\tau} = \vec{\mu}_l \times \vec{B}$ ) tending to align the dipole with the field, and that, associated with this torque, there is a potential energy of orientation:

$$\Delta E = -\vec{\mu}_l \cdot \vec{B} \quad (1)$$

The slight difference in energy is associated with these different orientations in the magnetic field. Thus, the atomic parameters as the shapes and the circulation properties of the electronic charge clouds, spectral linewidth, radiation rates, atomic lifetimes, photoionization cross sections and fluorescence yields can change when the irradiated atom is placed in an external magnetic field. When the irradiated atom is placed in an external magnetic field, joint action of hyperfine interaction and the magnetic field causes the alignment of the magnetic dipoles in the field direction. It is expected that the  $L_3$  subshell fluorescence yields, level widths and photoionization cross sections can change due to the  $L_3$  subshell vacancy states with  $J = 3/2$  in the presence of an external magnetic field.

In the present work,  $\omega_3$  and  $\Gamma_{L_3}$  for W and U were measured with 59.54 keV photons in the external magnetic field of intensities  $\pm 0.45$  T.

### Experimental

The geometry and shielding of the experimental set-up are shown in Figure 1. Gamma photons of 59.54 keV from a filtered radioisotope  $^{241}\text{Am}$  point source was used for direct excitation of spectroscopically pure powders of W and  $\text{UO}_2(\text{CH}_3\text{COO}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . The  $^{241}\text{Am}$  gamma source was housed at the center of a cylindrical lead shield of 10 mm diameter and 36 mm depth. The  $L$  X-ray spectra from different samples were detected by a Si(Li) detector (FWHM = 180 eV at 5.9 keV, an active diameter = 6.2 mm, sensitive crystal depth = 5 mm, Be window thickness = 0.008 mm). The data were collected into 16384 channels of a digital spectrum analyzer DSA-1000.

The samples were mounted in a sample holder placed between the pole pieces of an electromagnet. During the study, the magnetic field intensities of  $\pm 0.45$  T were applied to the samples where + and - represent the relative directions of the magnetic field intensity. The pulse height spectrum of  $L$  X-rays emitted from each sample was acquired for a period of 10 h to obtain good statistics in the evaluation of each  $L$  X-ray peaks. A typical  $L$  X-ray spectrum of Au at the  $B = + 0.45$  T is shown in Figure 2.

### 3. Data analysis

The experimental  $L_3$  subshell X-ray fluorescence cross sections have been obtained using the equation

$$\sigma_{L_\alpha} = \frac{I_{L_\alpha}}{I_0 G \varepsilon_{L_\alpha} \beta_{L_\alpha} t} \quad (2)$$

where  $I_{L_\alpha}$  is the number of counts per unit time under the photopeak corresponding to  $L_\alpha$  X-rays of elements,  $I_0$  is the intensity of the exciting radiation,  $G$  is a geometrical factor dependent on the source-sample geometry,  $\varepsilon_{L_\alpha}$  is the detector efficiency at the  $L_\alpha$  X-ray energy,  $\beta_{L_\alpha}$  is the target self-absorption correction factor for the target material, which accounts for absorption in the target of incident photons and the emitted characteristic X-rays and  $t$  is the mass per area of the element in  $\text{g/cm}^2$ .

The  $I_0 G \varepsilon$  values corresponding to the 59.54 keV incident photons energy were determined by measuring the  $K$  X-ray yields from spectroscopically pure targets in the atomic range  $23 \leq Z \leq 47$ . The  $I_0 G \varepsilon_{K_\alpha}$  values for the present set-up were determined by the following relationship:

$$I_0 G \varepsilon_{K\alpha} = \frac{I_{K\alpha}}{\sigma_{K\alpha} t \beta_{K\alpha}} \quad (3)$$

where  $I_{K\alpha}$ ,  $\varepsilon_{K\alpha}$ ,  $\beta_{K\alpha}$  and  $t$  have the same meaning as in eqn (2) except that they correspond to  $K$  X-rays instead of the  $L$  X-rays. The theoretical values of  $\sigma_{K\alpha}$  fluorescence cross sections are calculated using the equation

$$\sigma_{K\alpha} = \sigma_K(E) w_K F_{K\alpha} \quad (4)$$

where  $\sigma_K(E)$  is the  $K$  shell photoionization cross section of the given element for the excitation energy  $E$ . The values of  $\sigma_K(E)$  were taken from Scofield [6] based on Hartree-Slater calculations.  $w_K$  is the  $K$  shell fluorescence yield and was taken from the tables of Krause [7].  $F_{K\alpha}$  is the fractional X-ray emission rate for  $K_\alpha$  X-rays and is defined as

$$F_{K\alpha} = \frac{I_{K\alpha}}{(I_{K\alpha} + I_{K\beta})} \quad (5)$$

where  $I_{K\alpha}$  and  $I_{K\beta}$  are the  $K_\alpha$  and  $K_\beta$  X-ray intensities, respectively. The values of  $I_{K\alpha}$  and  $I_{K\beta}$  were taken from Scofield [8]. The self-absorption correction factor has been calculated using the following relation

$$\beta_{L\alpha} = \frac{1 - \exp[-(\mu_{inc} / \cos \theta_1 + \mu_{L\alpha} / \cos \theta_2)t]}{(\mu_{inc} / \cos \theta_1 + \mu_{L\alpha} / \cos \theta_2)t} \quad (6)$$

where  $\mu_{inc}$  and  $\mu_{L\alpha}$  are the attenuation coefficients ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ) of the incident photons and emitted characteristic X-rays, respectively,  $\theta_1$  and  $\theta_2$  are the angles of incident photon and emitted X-ray with the target.  $\mu_{inc}$  and  $\mu_{L\alpha}$  were obtained from WinXcom. This is a Windows version of XCOM [9] the well-known program for calculating X-rays attenuation coefficients.

The experimental  $L_3$  subshell fluorescence yields were calculated using the following expressions:

$$w_3 = \frac{\sigma_{L_3}^x}{[\sigma_3 + \sigma_2 f_{23} + \sigma_1 (f_{13} + f_{12} f_{23})]} \quad (9)$$

where  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  and  $\sigma_3$  were interpolated from Scofield's table [16] and  $f_{12}$ ,  $f_{13}$  and  $f_{23}$  were taken from table of Krause [6].

The experimental  $L_3$  subshell level widths were determined using following equation

$$\Gamma_{L_3} = \frac{\Gamma_{L_3}(R)}{\omega_3} \quad (10)$$

where  $\Gamma_{L_3}(R)$  is the radiative transition rates of  $L_3$  subshell.

## Results and discussion

The overall error in the present measurements is estimated to be 4-7 %. This error is the sum of the uncertainties in different parameters used to calculate the  $L_\alpha$  X-ray production cross-sections, namely, the evaluation of peak areas ( $\leq 2\%$ ),  $I_0 G \varepsilon$  product (4-6 %), target mass thickness measurements (1-2 %) and the absorption correction factor ( $\leq 2\%$ ).

The values of  $L_3$  subshell fluorescence yields ( $w_3$ ) decided using eqn (9), for elements are presented in Table 1. The semiempirical values of Krause [6] are also given in Table 1. It is clear from Table 1 that the present experimental values for  $B = 0$  are in general agreement with the values of Krause for all elements. Since experimental results  $L_3$  subshell fluorescence yield for  $B \neq 0$  cannot be found in the literature, the comparison is not made with the other experimental values. It is clear from Table 1 that the investigated  $L_3$  subshell fluorescence yields are symmetrical as expected for the same magnitude but opposite direction of the magnetic field.

In Table 2, the present level widths of  $L_3$  are compared with Campbell and Papp [10]. As seen from Table 2, the values of level widths  $L_3$  with the applied magnitude of the magnetic field in both directions show an decreasing trend for samples. The results show that the transition probabilities  $L_\alpha$  lines show a decreasing trend for samples in the external magnetic field. This result probably arises from the alignment of the vacancy states with  $J > 1/2$  with external magnetic field.

In conclusion, the magnetic field dependency of  $L_3$  subshell X-rays clearly establish that the atomic parameters such as the shapes and the circulation properties of the electronic charge clouds, spectral linewidth, radiation rates, photoionization cross sections and fluorescence yields can change in an external magnetic field. According to the results presented here, it is possible to enhance the anisotropic emission of  $L_3$  X-rays with an external magnetic field. The best of our knowledge there are no reports regarding effect of an external magnetic field to the  $\omega_3$  and  $\Gamma_{L_3}$  W and U. To obtain more definite conclusions on the magnetic field dependency of the atomic parameters, more experimental data are clearly needed, particularly in the heavy elements region.

#### References

1. M. Şahin, L. Demir, Ö. Söğüt, M. Ertuğrul, O. İçelli, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 33, 93 (2000)
2. R.R. Garg, S. Puri, S. Singh, D. Mehta, J.S. Shahi, M.L. Garg, N. Singh, P.C. Mangal, P.N. Trehan, Nucl. Instr. and Meth. B 72, 147 (1992)
3. M. Ertuğrul, J. Radioanal. Nucl. Chem. 237, 139 (1998)
4. A.C. Mandal, S. Santra, D. Mitra, M. Sarkar, D. Bhattacharya, Nucl. Instr. and Meth. B 234, 176 (2005)
5. K.A. Al-Saleh, N.S. Saleh, Radiat. Phys. Chem. 54, 117 (1999)
6. J.H. Scofield, UCRL Report 51326 Lawrence Livermore Laboratory CA (1973)
7. M.O. Krause, J. Phys. Chem. Ref. Data 8, 307 (1979)
8. J.H. Scofield, At. Nucl. Data Tables 14, 121 (1974)
9. L. Gerward, N. Guilbert, K. Bjorn, H. Levring, Radiat. Phys. Chem. 60, 23 (2001)
10. J.L. Campbell, T. Papp, At. Nucl. Data Tables 77, 1 (2001)

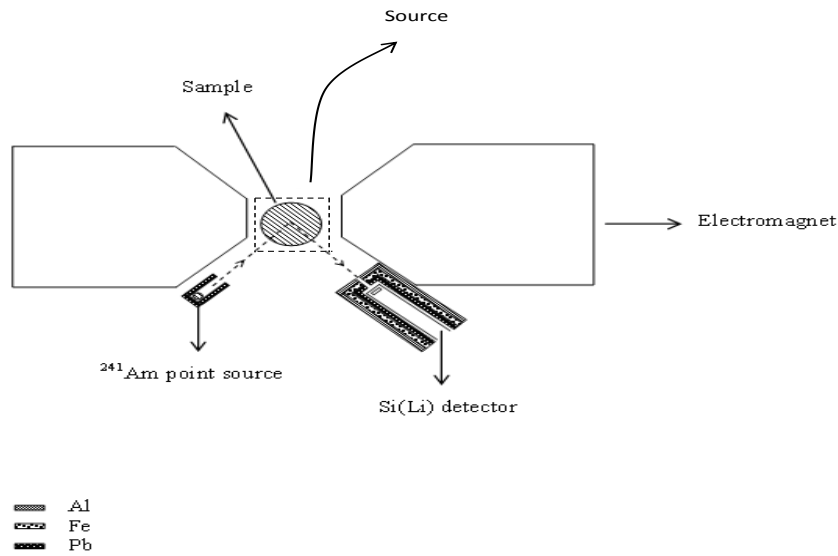


Fig. 1. Experimental set-up.

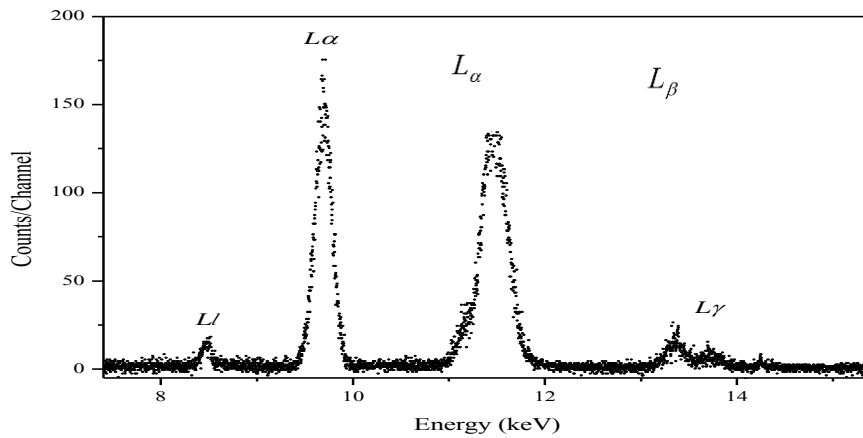


Fig. 2. A typical  $L$  X-ray spectrum of the Au target in  $B = + 0.45$  T.

Table 1. The experimental values of  $\omega_3$  for W and U in the external magnetic field.

Element	$\omega_3$ (Exp.)			Literature
	$B = 0$	$B = + 0.45$ T	$B = - 0.45$ T	Ref. 6
$^{74}\text{W}$	$0.258 \pm 0.017$	$0.232 \pm 0.017$	$0.231 \pm 0.016$	0.255
$^{92}\text{U}$	$0.475 \pm 0.029$	$0.422 \pm 0.031$	$0.426 \pm 0.030$	0.489

Table 2. The experimental values of  $\Gamma_{L_3}$  for W and U in the external magnetic field.

Element	$\Gamma_{L_3}$ (Exp.)			Literature
	$B = 0$	$B = + 0.45$ T	$B = - 0.45$ T	Ref. 10
$^{74}\text{W}$	$4.514 \pm 0.2$	$3.230 \pm 0.222$	$3.233 \pm 0.241$	$5.08 \pm 0.31$
$^{92}\text{U}$	$7.568 \pm 0.1$	$6.764 \pm 0.223$	$6.762 \pm 0.244$	$8.41 \pm 0.20$

**BİRLİKTELİK KURALLARI ANALİZİ İLE ÜNİVERSİTE KÜTÜPHANE  
OTOMASYONUNA AİT ÖRÜNTÜLERİN ÇIKARILMASI**

**İshak FIRAT<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Fulya ASLAY<sup>2</sup>**

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi

**ÖZET**

Bilişim teknolojilerinin hızla gelişmesiyle birlikte birçok sektörde toplanan ve kayıt altına alınan dijital veri miktarı inanılmaz bir hızla artmaktadır. Veriler ham halde kayıt altına alındığından, özellikle karar vericiler tarafından verilerin rekabet ve stratejik üstünlük sağlama amacıyla kullanılabilmesi için işlenmesi gerekmektedir. Veriler içerisindeki ilişkileri, birliktelikleri ve örüntüleri tanımlayabilmek için veri madenciliği tekniklerinden yararlanılmaktadır. Büyük hacimli veriden anlamlı bilgilerin çıkarılması olarak tanımlanan veri madenciliği; istatistik, veritabanları ve yapay zeka disiplinlerine ait çeşitli tekniklerin bileşimidir. Veri madenciliği birçok sektöre ait verilere uygulanabildiği gibi, bilginin asıl üretildiği eğitim merkezleri olan üniversitelerdeki bilgi sistemlerine de sıklıkla uygulanmaktadır. Bu çalışmada Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'ndeki Kütüphane otomasyonuna ait verilere, veri madenciliği yöntemlerinden biri olan birliktelik kuralları ile kural çıkarımı gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda öncelikle otomasyon sistemindeki tüm veriler üniversitedeki etik kurul tarafından alınan onay ile temin edilerek, veri temizleme ve dönüştürme işlemleri ile birlikte veri madenciliğine hazır hale gelmesi için ön işlemden geçirilmiştir. Analiz kapsamında üye türleri ve sayıları, kaynakların Dewey sınıflandırma yöntemine göre türleri ve sayıları, emanet verilen kitap türleri ve sayısı, kitap iade süreleri ile gecikme süreleri incelenmiş olup kullanıcılar ile yayınlar arasındaki tüm örüntüler tespit edilmiştir. Elde edilen örüntüler ile, kütüphane kullanıcılarının hangi tür kitapları birlikte aldıklarına dair çeşitli bilgiler de ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca kitap ödünç alma hareketleri ağ grafiği yardımıyla görselleştirilmiş ve yorumlanmıştır. Çalışma ile özellikle kütüphane kaynaklarının geçmişteki ve günümüzdeki kullanımının analiz edilebilmesi ayrıca karar vericilerin gelecek planlamalarına katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Çalışma için yapılan literatür taramasında veri madenciliği uygulamalarına sıkça rastlanmıştır ancak özellikle kütüphane bilgi otomasyonu ile ilgili çok az çalışma bulunmuştur. Bu anlamda çalışmanın literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Veri Madenciliği, Birliktelik Analizi, Kütüphane Bilgi Sistemi

<sup>1</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Erzincan, ishakfirat@hotmail.com

<sup>2</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Erzincan, Türkiye, faslay@erzincan.edu.tr

**IDENTIFYING PATTERNS OF UNIVERSITY LIBRARY AUTOMATION BY  
ASSOCIATION RULE ANALYSIS**

**İshak FIRAT<sup>3</sup>, Assist. Prof. Dr. Fulya ASLAY<sup>4</sup>**

Erzincan Binali Yıldırım University

**ABSTRACT**

With the rapid development of information technologies, the amount of digital data collected and recorded in many sectors is growing at an incredible rate. Because of the data is recorded in raw form, it need to be processed to be used for the purpose of competitiveness and strategic supremacy especially by decision-makers. In order identifying the relationships, associations and patterns within the data, data mining techniques are used. Data mining described as the extraction of meaningful information from large volume data is a combination of various techniques which belong to statistics, databases and artificial intelligence disciplines. Not only data mining can be applied to data from many sectors, but also it often has been applied to information systems in universities ,which are training centers where information is actually produced. In this study, rule extraction with association rules, one of the data mining methods is applied to data belongs to library automation system of Binali Yıldırım University. In this context, firstly all data from this automation system is obtained with the approval by the ethics committee at the university, and the data is pretreated in order to be ready for data mining together with cleaning and conversion operations. Within the analysis, the types and numbers of the members, the types and numbers of the sources according to the dewey classification method, the types and the number of books lent, the book return periods and the delay periods are exemined and the book return periods and the delay periods were examined and all patterns between the users and the publications are determined. With the patterns obtained, various informations about which books are barrowed together by library members are revealed. Besides, book borrowing movements are visualized and interpreted with the help of network graph. With this study, it is especially aimed to analyze past and present usage of library resources and to contribute to future plannings of decision makers. Data mining applications are frequently encountered in the literature review, but very little work has been found especially on library information automation. In this sense, this study is expected to contribute litetature.

**Keywords:** Data Mining, Association Rule Analysis, Library Information System

---

<sup>3</sup> *Erzincan Binali Yıldırım University, Engineering Faculty, Department of Electrical and Electronics Engineering, ishakfirat@hotmail.com*

<sup>4</sup> *Erzincan Binali Yıldırım University, Engineering Faculty, Department of Computer Engineering, Erzincan, Türkiye, faslay@erzincan.edu.tr*

**CHARACTERIZATION OF TRANSITION METAL Co, Ni, Fe-DOPED ZnO  
DILUTED MAGNETIC SEMICONDUCTOR FILMS GROWN BY CHEMICAL  
SPRAY PYROLYSIS METHOD.**

**Dr. Öğ. Üyesi Sevda Sarıtaş, Dr. Öğ. Üyesi Erdal Turgut, Prof.Dr. Mutlu Kundakçı,  
Doç.Dr. Bekir Gürbulak, Prof.Dr. Muhammet Yıldırım**

Department of Physics, Ataturk University, 25250, Erzurum, Turkey

**ABSTRACT**

We have tried to probe into the effect of doping with transition metal Co, Ni, Fe-doped ZnO both the optic, magnetic, structural and morphological properties of these dilute magnetic semiconductor. Diluted magnetic semiconductors (DMS) were intensely investigated both experimentally and theoretically in recent years. Recent studies have identified wide band gap semiconductors including GaN and ZnO systems as promising materials for spintronics applications. It was generally thought that DMSs, especially doped with low concentrations of magnetic metal ions, were suitable for spin-based multifunctional devices. Transition metal Co, Ni, Fe-doped ZnO diluted magnetic semiconductor films were prepared on glass substrates by Chemical Spray Pyrolysis method. Structural analysis of diluted magnetic semiconductors ZnO thin films were made by X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (FE-SEM) techniques, the optical characterization of the films were carried out from spectral absorption obtained by double beam spectrophotometer in the wavelength range from 200 to 1100 nm and Also, magnetic properties of the ZnO: Co, ZnO: Ni, ZnO: Fe films were investigated by vibrating sample magnetometer (VSM) which show that ferromagnetic (FM) behavior of the Co, Ni, Fe-doped ZnO films were is formed.

**Key Words:** Diluted magnetic semiconductors, ZnO, Transition metal

**1. INTRODUCTION**

The exciting possibility of utilizing both the charge and spin character of an electron to develop spintronic devices such as spin field effect transistors (FETs) and spin light emitting diodes [1] (LEDs) , non-volatile memory devices [2] , quantum computer and microelectronic devices, which should have much higher speed and larger storage capacity, has led to an extensive search for materials in which semiconducting properties can be integrated with magnetic properties.

Diluted magnetic semiconductor (DMS) is referred to a semiconductor in which a small fraction of host cations are replaced by transition metal ions (TMI) as magnetic elements [3]. Large efforts have been devoted to the investigation of DMS due to their potential application



in spintronic devices [4] for which the basic requirements are room temperature ferromagnetism (RTFM) and good optical transmittance. Zinc oxide (ZnO) is an attractive semiconductor for numerous applications and a building block material for many advanced device technologies because of its large band gap at room temperature.

An important character of ZnO is that they are wide band gap semiconductors and transparent for visible light. The magnetic oxides based on them can be used for electro-optical devices.

## 2. EXPERIMENTAL DETAILS

In order to synthesize transition metal-doped ZnO diluted magnetic semiconductor films, firstly we cleaned chemically the many parts of the glass in piranha solution. Then, Zinc Nitrate Hexahydrate ( $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ) + hexamethylenetetramine ( $(CH_2)_6N_4$ ) salts were mixed ratio of (1:2). They were dissolved in deionized water. ZnO thin film was grown on glass substrate at  $450^\circ C$  and structural, morphology and elemental of the film is examined by XRD (X-Ray Diffraction), SEM (Scanning Electron Microscopy). As shown in Table 1 ZnO thin films were grown on glass substrates with determined experimental parameters. Table 1 is shown experimental procedure of film growth parameters for different doped metal. For all film growth process, distance between the substrate and nozzle is set 30 cm. The growth of Co, Ni, Fe -doped ZnO films is accomplished by there active spray pyrolysis of the precursor metal salt solutions of Co, Ni, Fe in the appropriate molar ratios over heated substrates. In this work, Zn was sourced from Zinc nitrate hexahydrate ( $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ), Co, Ni, Fe from  $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Fe(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ . The basic spray solution consisted of 0.1 M solution of ( $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ), dissolved in 100% de-ionized water. For example, to realize the Co doping each at the 10 at% level in ZnO, the ( $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ) (10 Mm) concentration were added to the precursor spray solution. The basic spraysolution consisted of 0.1 M solution of ( $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ), dissolved in 100% de-ionized water. To realize the Co doping each at the at 10% level in ZnO, the ( $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ) (10 Mm) concentration were added to the precursor spray solution. The substrates were maintained at a temperature of  $\sim 450^\circ C$  all through the deposition process. Under typical conditions, the precursor spray rate was kept  $\sim 3$  ml/min. Then also structural, morphology and elemental properties of grown on different doped metals the ZnO thin films are examined by XRD, SEM techniques The optical absorption measurements were carried out using double beam spectrophotometer in the wavelength range from 200 to 1100 nm.

**Table 1.** Experimental parameters by using CSP method grown on glass substrates the ZnO, Co, Ni, Fe-doped ZnO thin films.

Substrate	Thin films	Salts for precursors solutions (in deionized water)	Molar ratio of precursors solutions	Substrate Temperature (°C)	Carrier gas	Film Growth Process time (min)
Glass	ZnO	(Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O)+(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub> )	1	450	air	35
Glass	ZnO-Co doped	(Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O)+(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub> )+ Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	1:0.25:0.1	450	air	35
Glass	ZnO-Ni doped	(Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O)+(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub> )+ Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	1:0.25:0.1	450	air	35
Glass	ZnO-Fe doped	(Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O)+(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> N <sub>4</sub> )+ Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	1:0.25:0.1	450	air	35

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Fig.1 shows the XRD spectra of the Co, Ni, Fe doped ZnO thin films deposited on glass by CSP at substrate 450°C temperature. The structural analysis of ZnO and MgO thin films was examined by using XRD with varying diffraction angle 2θ°, by Rigaku 2200D/Max (CuKα (λ=1.5405 Å)). Fig.1 shows XRD spectra of the ZnO, Co, Ni, Fe doped ZnO thin films were examined respectively.

The XRD patterns of this film grown on glass substrate have been shown in Fig.1. As seen in, Co, Ni, Fe doped ZnO thin film growing on glass substrate is polycrystalline orientation along different planes and phases. These planes are shown in Table 2 [5]. According to 2θ° values of peaks, inter-planar spacing d values and the crystallite size of ZnO thin film was calculated as shown in Table 2. The crystallite size was calculated using Debye-Scherrer formula,

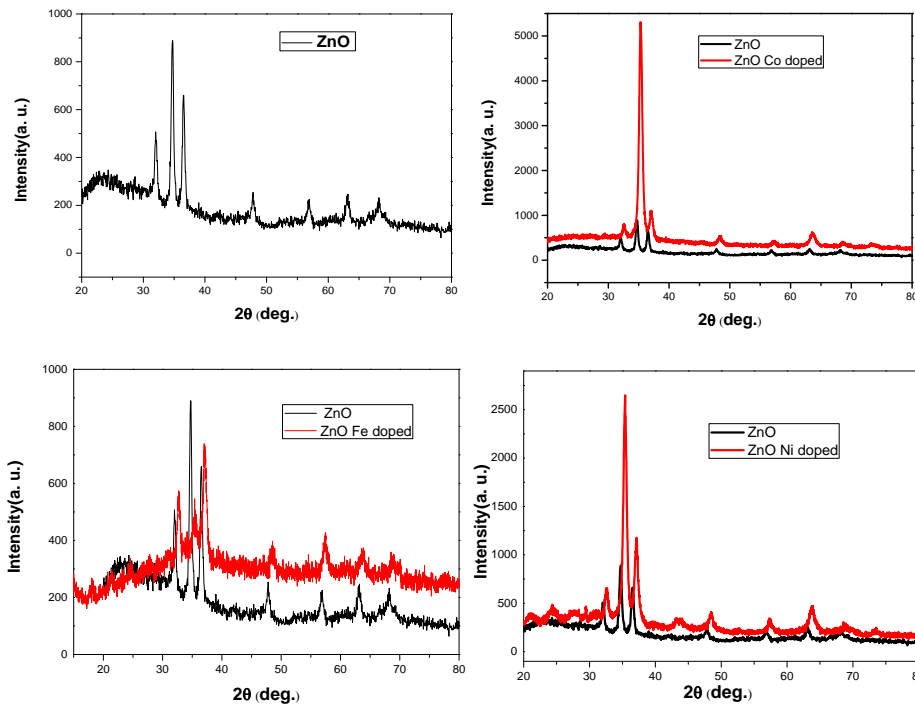
$$D = \frac{0.94\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (1)$$

where λ is the wavelength (λ = 1.5405 Å), β is the full width at half maximum (FWHM) of the considerate peak and θ the corresponding Bragg's angle. As seen in Fig.1, Co, Ni, Fe doped ZnO thin films growing on glass substrate is polycrystalline orientation along different planes and phases. [6,7]. Due to the transition metal Co, Ni, Fe -doped ZnO thin films, according to 2θ° values of peaks have been deviated slightly.

**Table 2.** The structural parameters of ZnO thin films deposited by chemical spray pyrolysis on glass substrate

Thin Film	(hkl)	FWHM	2θ° (Observed)	2θ° (Literature)	d-values (Å)
ZnO	(101)	0.001	32.09	31.77	2.724
ZnO	(213)	0.172	34.74	34.42	2.634
ZnO	(002)	0.481	36.57	36.25	2.451
ZnO	(411)	0.001	47.87	47.53	2.247
ZnO	(610)	0.297	56.92	56.60	1.952
ZnO	(431)	0.205	63.13	62.86	1.859
ZnO	(433)	0.146	68.25	67.96	1.604

Table 2, shows that according to 2θ° values of peaks, inter-planar spacing d values and the crystallite size of ZnO glass substrates.



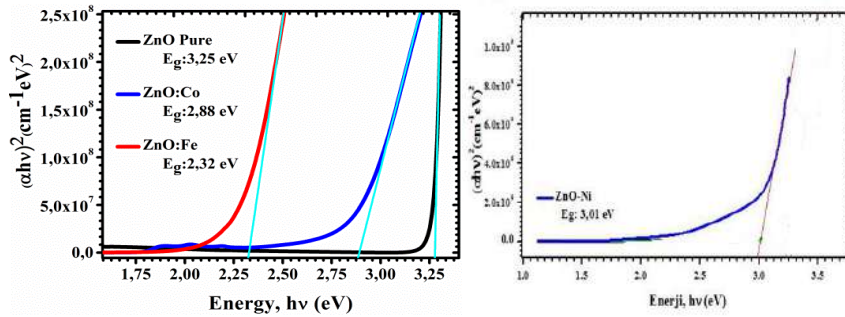
**Fig. 1.** X-ray diffraction spectra for ZnO and Co, Ni, Fe doped ZnO thin films deposited by chemical spray pyrolysis on glass substrate at 450°C substrate temperature.

Optical properties of the films were studied using absorption spectroscopy in the region (200–1100 nm) with UV–vis spectrophotometer at room temperature.

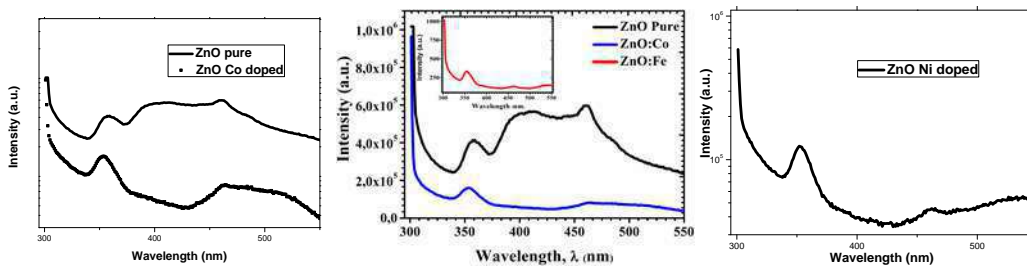
The absorbance spectra were used to determine optical band gap energies of Co, Ni, Fe doped ZnO thin films by using the following relation for near band edge optical absorption of semiconductors.

$$\alpha = \left(\frac{K}{h\nu}\right) (h\nu - E_g)^2 \quad (2)$$

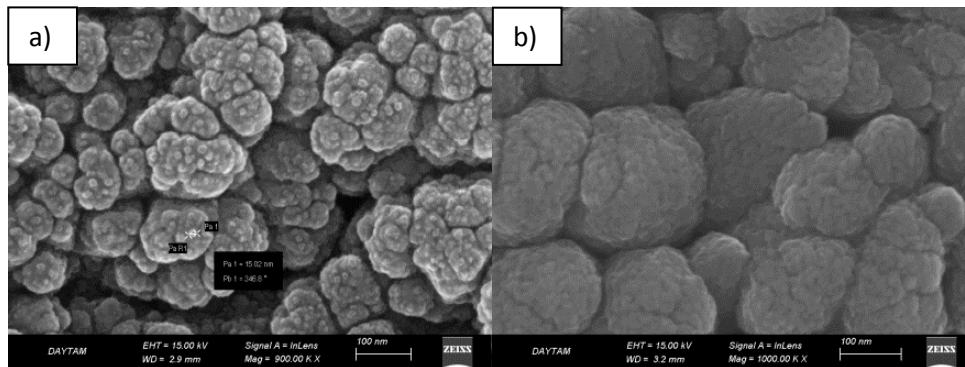
where  $\alpha$  is absorptionco-efficient,  $h\nu$  is the photon energy,  $K$  is a constant,  $E_g$  is the optical band gap and  $n$  is a constant ( $n$  equals  $1/2$  for allowed direct transitions) [8]. Fig. 2 shows the plot of  $(\alpha h\nu)^2$  versus  $h\nu$  for Co, Ni, Fe doped ZnO thin films; the linear portion of the curve is extrapolated to the energy ( $h\nu$ ) axis and the intercept gives the value of optical band gap  $E_g$  of the film. The optical band gap values and the optical absorbance spectra films for ZnO, Co, Ni, Fe doped ZnO thin films, determined from Fig.2.



**Fig.2.** Shows the plot of  $(\alpha h\nu)^2$  versus  $h\nu$  and transmittance spectra of films for ZnO, Co, Ni, Fe doped ZnO



**Fig 3.** PL spectra of Co, Ni, Fe doped ZnO films at excitation wavelength of 275 nm.



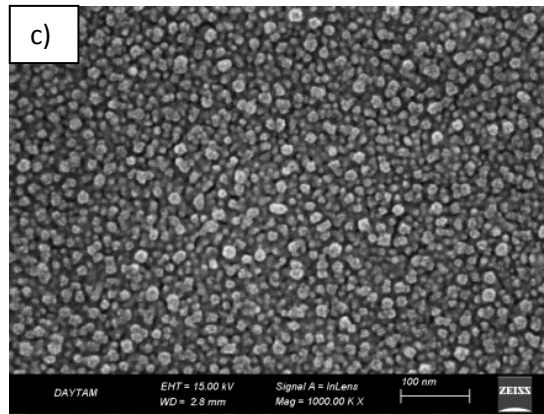


Fig.4. SEM images of the a) Co, b) Ni, c) Fe doped ZnO; films on glass substrates

SEM is useful a technique to study the surface morphology of thin films. SEM images of the Co, Ni, Fe -doped ZnO; films on glass substrates have been shown in Fig.4 (a), (b), (c) respectively. It is observed that the Co, Ni, Fe -doped ZnO thin films deposited at glass substrate temperature of 450°C have well adherent to the all substrates. The ZnO, Co, Ni, Fe doped ZnO films, are the good covered the glass substrate and they are homogeneous [11, 12,13].

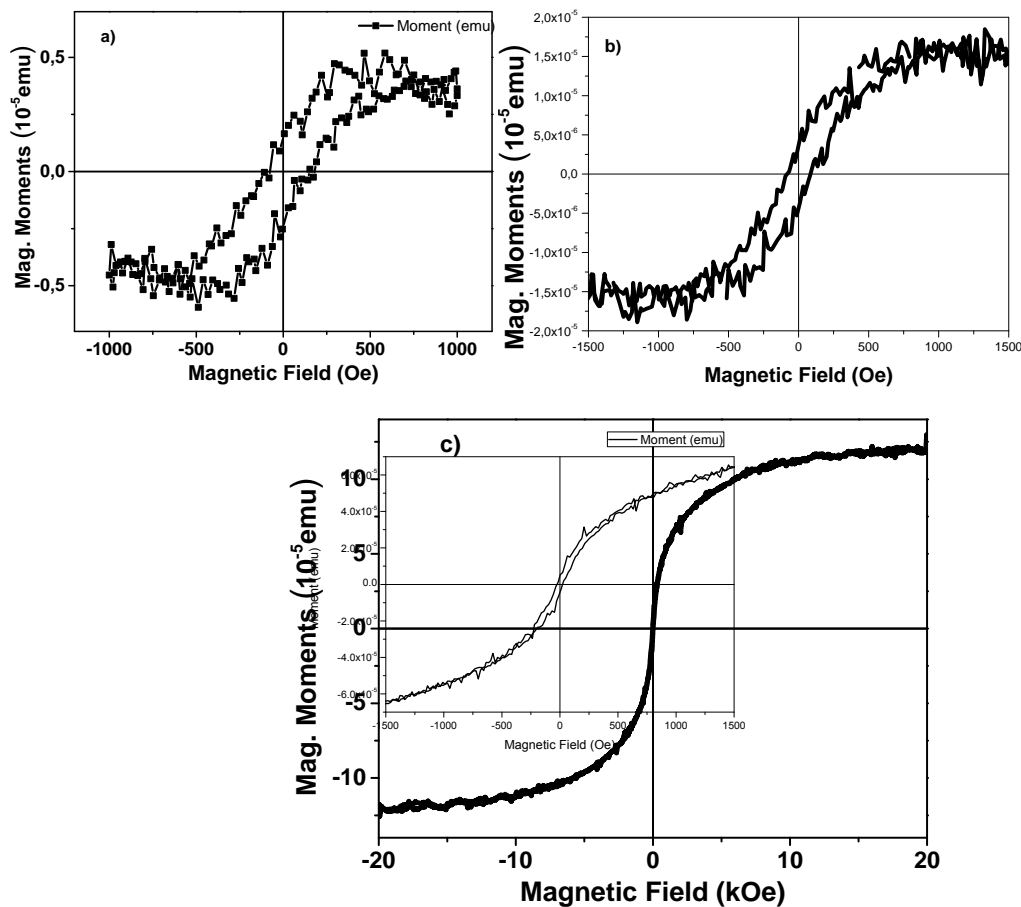


Fig. 5. VSM spectra of a) Co, b) Ni, c) Fe doped ZnO films [13].

In some letter, mainly are investigated the magnetic properties of  $3d$   $TM$ -doped  $MgO$  ( $TM = V, Cr, Mn, Fe, Co, \text{ and } Ni$ ). The distribution of  $TM$ - $3d$  energy states is affected significantly by spin exchange splitting and  $p$ - $d$  hybridization. [9,10].

Magnetic properties of the  $ZnO: Co$ ,  $ZnO: Ni$ ,  $ZnO: Fe$  films were investigated by vibrating sample magnetometer (VSM) which show that ferromagnetic (FM) behavior of the  $ZnO: Co$ ,  $ZnO: Ni$ ,  $ZnO: Fe$  film were is formed.

In conclusion,  $ZnO$  and  $ZnO: Co$ ,  $ZnO: Ni$ ,  $ZnO: Fe$  DMS thin films have been nanometer scale successfully synthesized by simple and low cost CSP method at temperature  $450\text{ }^{\circ}C$  and optical, structural and magnetic properties of  $ZnO:Co$  and  $ZnO: Co$ ,  $ZnO: Ni$ ,  $ZnO: Fe$  thin films are reported. The correlation between the structural and magnetic properties was discussed. Room temperature ferromagnetism was observed in  $ZnO: Co$ ,  $ZnO: Ni$ ,  $ZnO: Fe$  thin films.

#### 4.REFERENCES

- [1] S. A. Wolf, D. D. Awschalom, R. A. Buhrman, J. M. Daughton, S. Von Molnar, M. L. Roukes, A. Y. Chtchelkanova, and D. M. Treger, *Science* 294, 1488 (2001).
- [2] G. A. Prinz, *Science* 282, 1660 (1998).
- [3] J.J. Lu, T.C. Lin, S.Y. Tsai, T.S. Mo, K.J. Gan, *J. Magn. Mater.* 323 (2011) 829.
- [4] H. Ohno, *Science* 281 (1998) 951.
- [5] Joint Committee of Powder Diffraction Standards (JCPDS) Reference codes: 01-073 0229; 01-079-2205 ; 00-036-1451
- [6] Joint Committee of Powder Diffraction Standards (JCPDS) Reference codes: 01-081-2298 ; 01-081-2296
- [7] Joint Committee of Powder Diffraction Standards (JCPDS) Reference codes: 00-013-0311 ; 01-077-0191;01-080-1539;00-036-1451
- [8] E. Gür, C. Coskun, and S. Tüzemen, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 41, 105301 (2008).
- [9] D. Chakraborti, a\_ S. Ramachandran, G. Trichy, and J. Narayan 2007 “Magnetic, electrical, and microstructural characterization of  $ZnO$  thin films codoped with  $Co$  and  $Cu$ ” *JOURNAL OF APPLIED PHYSICS* 101, 053918
- [10] Li-Jie Shi First-principles prediction of the magnetism of  $3d$  transition-metal-doped Rocksalt  $MgO$  *Physics Letters A* 374 (2010) 1292–1296.

- [11] Sarıtaş, S., Çakıcı, T., Muğlu, G. M., Kundakçı, M., & Yıldırım, M. (2017, February). A comparison study of Co and Cu doped MgO diluted magnetic thin films. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1815, No. 1, p. 050013). AIP Publishing.
- [12] Muğlu, G. M., Sarıtaş, S., Çakıcı, T., Şakar, B., & Yıldırım, M. (2017, February). Effect of copper and nickel doping on the optical and structural properties of ZnO. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1815, No. 1, p. 050008). AIP Publishing.
- [13] Çakıcı, T., Sarıtaş, S., Muğlu, G. M., Kundakçı, M., & Yıldırım, M. (2017, April). Magnetic, optical and structural characterization of ZnO: Co; ZnO: Fe thin films. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1833, No. 1, p. 020094). AIP Publishing.

## 2-PİRİDİNKARBOKSAMİD MOLEKÜLÜNÜN YAPISAL, ELEKTRONİK ve LİNEER OLMAYAN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN TEORİK İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU  
Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

### ÖZET

Bu çalışmada, 2-piridinkarboksamid molekülünün denge geometrisi, titreşim frekansı, elektronik enerjisi, dipol moment, polarizebilite, hiperpolarizebilite, en yüksek dolu molekül orbital (HOMO) ve en düşük boş molekül orbital (LUMO) değerleri teorik olarak belirlendi ve analiz edildi. Bu hesaplamalar *ab initio* Hartree-Fock (HF) ve Yoğunluk fonksiyonel teorisi DFT/B3LYP teori seviyesinde 6-311 ++ G (d, p) temel seti kullanılarak hesaplanmıştır. Titreşim modlarının işaretlenmesi için toplam enerji dağılımı VEDA4f programı kullanılarak yapılmıştır. <sup>1</sup>H ve <sup>13</sup>C-NMR kimyasal kayma değerleri GIAO yaklaşımına göre hem gaz fazında hem de kloroform ve dimetil sülfoksit çözeltilerinde HF ve DFT/B3LYP teori düzeyinde farklı temel setler kullanılarak hesaplandı. Ayrıca, çalışılan molekülün potansiyel enerji eğrisi C3-C2-C1-N1 dihedral açısının fonksiyonu olarak B3LYP/6-31+ G (d) yöntemi ile yapılmıştır. Bunlara ek olarak, hesaplanmış en yüksek dolu moleküler orbital ( $E_{HOMO}$ ) ve en düşük boş moleküler orbitallerin ( $E_{LUMO}$ ) enerjileri kullanılarak, enerji aralıkları ( $\Delta E = E_{LUMO} - E_{HOMO}$ ) elde edildi. Molekülün enerji aralığı değerleri sırasıyla, DFT/B3LYP/6-311 ++ G (d, p) yöntemi ile 5.33 eV ve HF/6-311 ++ G (d, p) metodu ile 10.72 eV hesaplandı. Molekülün dipol moment değerleri sırasıyla, B3LYP / 6-311 ++ G (d, p) metodu ile 3.42 ve HF / 6-311 ++ G (d,p) metodunda 3.64 Debye bulundu. Molekülün yapısal parametreleri ve NMR kimyasal kayma değerleri literatürdeki deneysel veriler ile karşılaştırıldı.

**Anahtar Kelimeler:** 2-Piridinkarboksamid, Polarizebilite, Hyperpolarizebilite, Dipol Moment ve NMR.

### ABSTRACT

In this study, the equilibrium geometry, vibration frequency, electronic energy, dipole moment, polarizability, hyperpolarizability, Highest Occupied Molecular Orbital (HOMO) and Lowest Un-occupied Molecular Orbital (LUMO) of 2-Pyridinecarboxamide molecule were determined and analyzed theoretically. These calculations have been performed using *ab initio* Hartree-Fock (HF) and Density Functional Theory (DFT/B3LYP) methods applying the standard 6-311++G (d,p) basis set. Total Energy Distributions (TED) were calculated to find the vibration modes of the molecule by using VEDA4f program. The <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR chemical shift values of the molecule were calculated both gas phase and in solution of chloroform and dimethyl sulfoxide by GIAO approach at HF and DFT/B3LYP level of theory with the different basis sets. Also, potential energy curve of studied molecule as a function of dihedral angle C3-C2-C1-N1 have been carried out using B3LYP/6-31+ G (d) basis set. In addition to these, by using the calculated the  $E_{HOMO}$  and the  $E_{LUMO}$ , energy gap ( $\Delta E = E_{LUMO} - E_{HOMO}$ ) were obtained. The  $\Delta E$  values for title molecule are calculated at 5.33 eV,



with DFT/B3LYP at 10.72 eV, with HF level of theory using the 6-311++G (d, p) basis set, respectively. The dipole moment for 2-pyridinecarboxamide molecules is calculated at 3.42 Debye, with DFT/B3LYP at 3.64 Debye, with HF level of theory using the 6-311++G (d, p) basis set, respectively. Structural parameters and NMR chemical shift values of the molecule were compared with the experimental data in the literature

**Keywords:** *2-Pyridinecarboxamide, Polarizability, Hyperpolarizability, Dipole Moment and NMR.*

## 1.GİRİŞ

Piridinkarboksamid'in üç izomeri olan; 2-, 3- ve 4-piridin karboksamid (veya pikolinamid, nikotinamid ve izonikotinamid) bileşikleri ortho, meta ve para pozisyonlarında karboksamid gruplarına sahip piridin türevleridir. Bu bileşiklerin, karboksamidin amido grubu iki hidrojen bağ donörüne (vericileri) ve karbonil grubunun O atomunda iki tane ortaklanmamış elektron çiftine sahip olması ile birlikte aynı zamanda ikinci bir hidrojen bağ akseptöründe (alıcısı) piridin halkasındaki N atomunun bir tane ortaklanmamış elektron çiftine sahip olması molekülün biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkilemektedir. Bileşiklerin bu özellikleri, onları farmasötik ko-kristallerde, çeşitli hidrojen bağlı etkileşimler için çok yönlü hale getirir (Lemmerer vd., 2010; Lou ve Hu, 2011; Thompson vd., 2010). Piridinkarboksamid farklı heterosiklik halka sistemleri veya gruplarıyla modifiye edilerek oluşturulan yeni bileşiklerinin, biyolojik sistemlerdeki çeşitli tedavi edici etkileri (Harrop ve Mascharak, 2004; Sau vd., 2003) ve bazı sentezlerde moleküler yapıyı kontrol etmekte (Epperson vd., 2001; Jacob ve Mukherje, 2008) önemli rol oynadıklarından dolayı yoğun araştırmalar konu olmaktadır. Genel olarak, piridinkarboksamidler, mükemmel ko-kristalleştirici bileşikler olup, ligand olarak kullanılmaktadırlar. Bakır ve çinko gibi temel metallerin karboksamid kompleksleri geniş araştırma alanını kapsamaktadır (Zhang vd., 2003). Piridinkarboksamidler, teorik olarak farklı konformer yapılarında bulunabilirler. Piridinkarboksamid'in üç izomeri; pikolinamid iki polimorfik (Takano vd., 1966) nikotinamid dört polimorf (Miwa vd., 1999) ve izonikotinamid üç polimorf (Li vd., 2011) yapıya sahiptirler. Bu izomerlerin moleküler yapıları ve titreşim spektrumları ile ilgili teorik çalışmaların yapılmıştır (Akalin ve Akyuz, 2006; Bakilera vd., 2007). 2-Piridinkarboksamid molekülünün kristal yapısı Delgado ve ark. (2012) tarafından belirlenmiştir. Bu çalışmada, 2-piridinkarboksamid molekülünün potansiyel enerji eğrisi C3-C2-C1-N1 dihedral açısının fonksiyonu olarak hesaplatıldı ve molekülün en düşük enerjili konformeri belirlenerek, bu konformerin denge geometrisi, titreşim frekansı, elektronik enerjisi, dipol moment, polarizebilite, hiperpolarizebilite, en yüksek dolu molekül orbital (HOMO) ve en düşük boş molekül orbital (LUMO) değerleri teorik olarak belirlendi ve analiz edildi.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

2-Piridinkarboksamid molekülünün üç boyuttaki (3D) yaklaşık geometrisi GaussView5.0 (Dennington vd., 2009) görüntüleme paket programında çizilerek Gaussian09 Rev B.01 paket

programına (Frisch vd., 2010) giriş verisi olarak kullanıldı. 2-Piridinkarboksamid molekülünün konformasyon analizi; N1-C1-C2-C3 dihedral açısı  $-180^\circ$  den  $180^\circ$  ye kadar  $10^\circ$  lik aralıklarla değiştirilerek molekülün potansiyel enerji eğrisi B3LYP/6-31+G (d) ve HF/6-31+G (d) yöntemleri ile hesaplandı. molekülün kararlı durum konformerinin geometrik optimizasyonları *ab initio* metodu HF (Moller ve Plesset, 1934) ve DFT/Becke'nin 3 parametrelili hibrit değiş-tokuş fonksiyoneli (B3) (Becke, 1988) ile Lee-Yang ve Parr'ın korelasyon fonksiyoneli (Lee vd., 1988; Becke, 1993) oluşan B3LYP teori seviyesinde olmak üzere difüze ve polarize fonksiyonları içeren 6-311++G(d,p) temel seti (Franck vd., 1982) ile gaz fazında hesaplandı. Denge durumu konformerinin  $\mu$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $E_{HOMO}$ ,  $E_{LUMO}$  ve  $\Delta E_g$  değerleri her iki modelde 6-311++G(d,p) temel seti kullanılarak hesaplandı. Ayrıca,  $^1H$  ve  $^{13}C$ -NMR kimyasal kayma değerleri GIAO yaklaşımına göre hem gaz fazında hem de kloroform ve dimetil sülfoksit çözeltilerinde DFT/B3LYP teori düzeyinde 6-311++G (d, p) ve 6-311+G (2d, p) temel setleri kullanılarak hesaplandı. Hesaplamalar sonucunda; polarizebilite ve hiperpolarizebilite değerlerinin kartezyen bileşenleri (a.u) elde edildi. Bu kartezyen bileşen değerlerinden polarizebilite;

$$\alpha = \left(\frac{1}{3}\right) (\alpha_{xx} + \alpha_{yy} + \alpha_{zz}) \quad (1)$$

Hiperpolarizebilite;  $\beta$

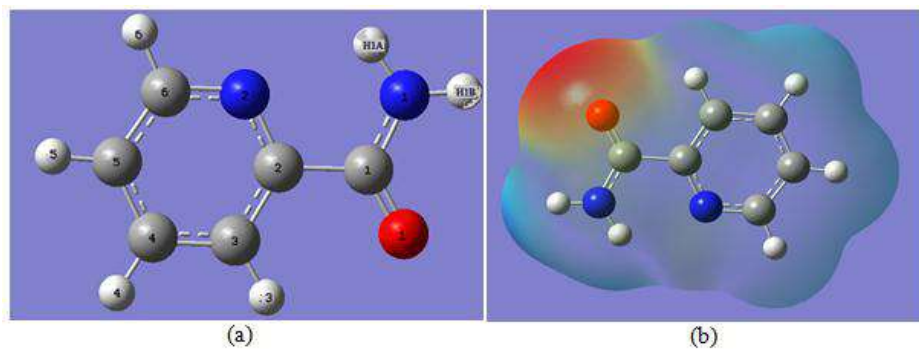
$$\beta = [(\beta_{xxx} + \beta_{xyy} + \beta_{xzz})^2 + (\beta_{yyy} + \beta_{yzz} + \beta_{yxx})^2 + (\beta_{zzz} + \beta_{zxx} + \beta_{zyy})^2]^{1/2} \quad (2)$$

eşitlikleri ile hesaplandı

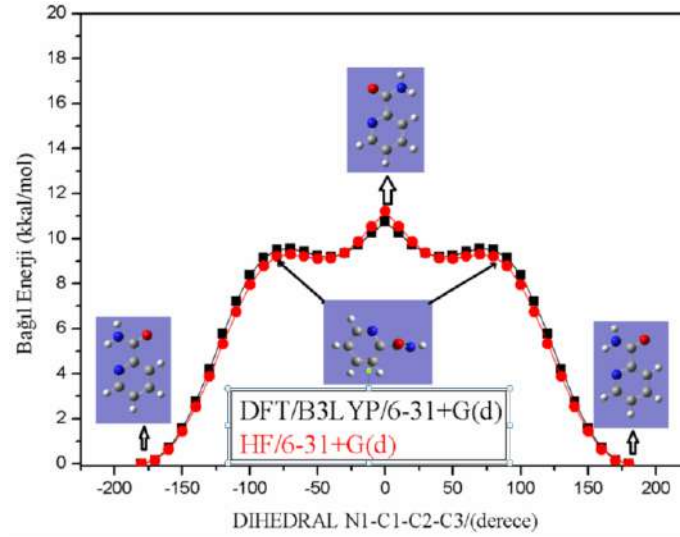
### 3. BULGULAR

#### 3.1 Geometrik Optimizasyon

2-Piridinkarboksamid molekülünün numaralandırılmış geometrik optimizasyon durumu Şekil 1 (a)'da, bu duruma ait Moleküler Elektrostatik Potansiyel haritası Şekil 1 (b)'de, her iki yöntemle hesaplanan potansiyel enerji eğrisi Şekil 2.'de, molekülün taban durumundaki geometrik parametreleri Tablo 1'de ve Elektronik Enerji,  $\mu$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $E_{HOMO}$ ,  $E_{LUMO}$  ve  $\Delta E_g$  değerleri Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 1. 2-Piridinkarboksamid molekülünün (a) numaralandırılmış geometrik optimizasyon durumu (b) Moleküler elektrostatik potansiyel haritası.



Şekil 2. 2-Piridinkarboksamid molekülünün potansiyel enerji eğrisi.

Tablo 1. 2-Piridinkarboksamid molekülünün taban durumundaki geometrik parametreleri.

Parametreler	DFT	HF	DE <sup>a</sup>	DFT-HF	DE-DFT	DE-HF
Bağlar	Bağ uzunluğu/Å					
C1-C2	1.5142	1.5125	1.496(2)	0.0017	-0.0182	-0.0165
C1-N1	1.3552	1.3429	1.317(2)	0.0123	-0.0382	-0.0259
C1-O1	1.2218	1.1967	1.253(2)	0.0251	0.0312	0.0563
C2-C3	1.3945	1.384	1.386(2)	0.0105	-0.0085	0.002
C2-N2	1.3395	1.321	1.370(2)	0.0185	0.0305	0.049
C3-C4	1.3906	1.3834		0.0072		
C4-C5	1.3925	1.3829		0.0096		
C5-C6	1.3942	1.3854		0.0088		
C6-N2	1.3344	1.3176	1.334(2)	0.0168	-0.0004	0.0164
	Bağ açısı/(°)					
C2-C1-N1	114.2	115,1	115.4	-0.9	1.2	0.3
C2-C1-O1	121.5	121,0	120.7	0.5	-0.8	-0.3
N1-C1-O1	124.3	124,0	124.0	0.4	-0.3	0.0
C1-C2-N1	117.7	117,7	117.2	0.0	-0.5	-0.5
	Torsiyon açısı/(°)					
N1-C1-C2-C3	180.0	180,0		-0,1		
N1-C1-C2-N2	-0.1	0,0		-0,1		
O1-C1-C2-C3	0.1	0,0		0,1		
O1-C1-C2-N2	180.0	180,0		0,1		

(a kay. Delgado vd., 2012)

Tablo 2. 2-Piridinkarboksamid molekülünün taban durumunun Elektronik Enerji,  $\mu$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $E_{\text{HOMO}}$ ,  $E_{\text{LUMO}}$  ve  $\Delta E_g$  değerleri.

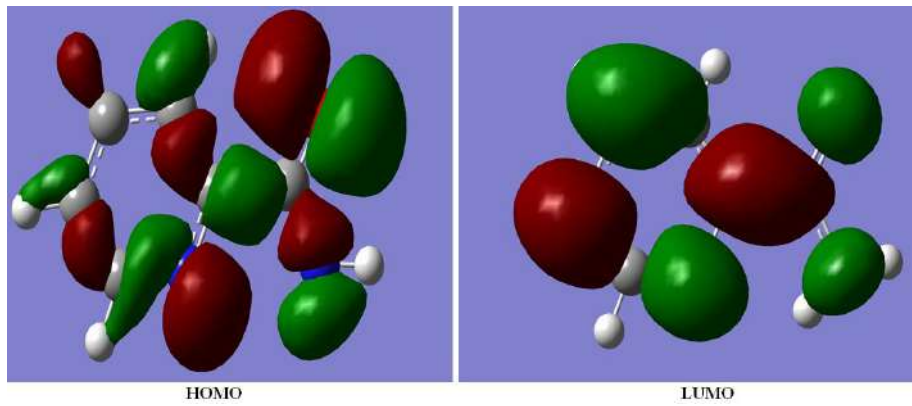
B3LYP/6-311++G(d. p)						
Elektronik Enerji (a.u)	$\mu$ (D)	$\alpha$ (a.u)	$\beta$ (a.u)	$E_{\text{HOMO}}$ (a.u)	$E_{\text{LUMO}}$ (a.u)	$\Delta E_g$ (eV)
-417.118878545	3.42	85.57	41.89	-0.262989	-0.067030	5.33
HF/6-311++G(d. p)						
-414.596549547	3.64	77.74	66.15	-0.361190	0.033026	10.72

Tablo 3. 2-Piridinkarboksamid molekülünün taban durumu NMR değerleri(ppm).

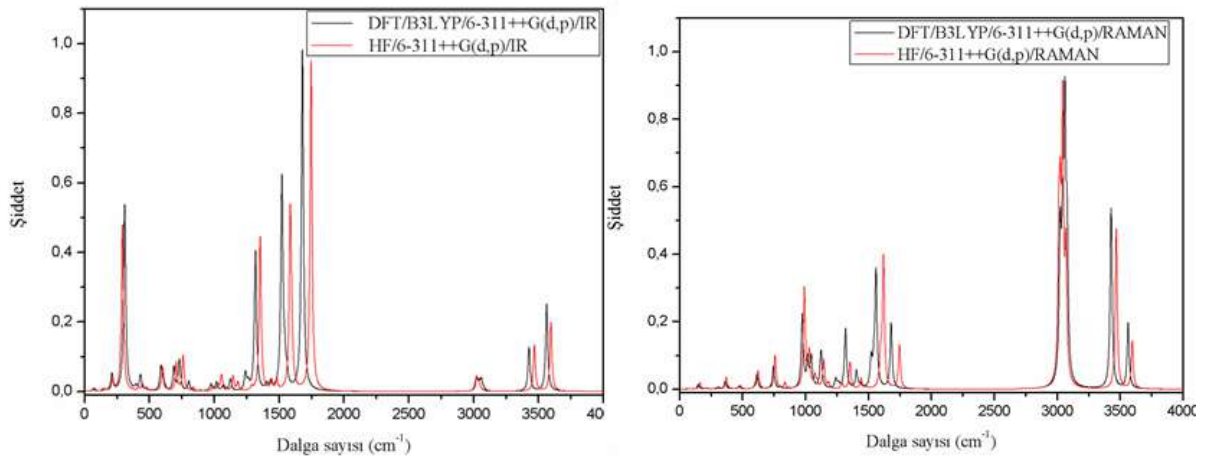
Atom	B3LYP/6-311++G(d,p)			Deneysel <sup>a</sup>	B3LYP/6-311+G(2d,p)		
	Gaz	CHCl <sub>3</sub>	DMSO		Gaz	CHCl <sub>3</sub>	DMSO
C1	169.0	171.3	172.2	166.0	169.4	171.2	172.1
C2	158.3	157.9	157.8	150.3	158.7	157.8	157.7
C6	154.3	155.6	156.2	148.4	154.1	154.9	155.6
C4	142.8	144.6	145.4	137.6	142.3	143.7	144.5
C5	131.3	133.5	134.5	126.4	130.4	132.2	133.2
C3	128.8	129.1	129.1	121.9	128.3	128.1	128.2
H6	8.73	8.84	8.88	8.63	8.83	8.93	8.97
H3	8.56	8.53	8.51	8.12	8.64	8.61	8.59
H4	7.93	8.13	8.21	7.98	8.00	8.20	8.28
H1A	7.63	7.90	8.00	8.05	7.61	7.86	7.97
H5	7.46	7.72	7.82	7.65	7.54	7.78	7.88
H1B	4.72	5.05	5.17	7.55	4.64	4.97	5.09

(a kay. Delgado vd., 2012)

2-Piridinkarboksamid molekülünün HOMO ve LUMO şekilleri Şekil 3.'de, NMR değerleri Tablo 3.'de ve teorik IR ve Raman spektrumu Şekil 4.'de verilmiştir.



Şekil 3. 2-Piridinkarboksamid Molekülün HOMO ve LUMO şekilleri.



Şekil 4. 2-Piridinkarboksamid Molekülün IR ve Raman spektrumu.

#### 4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Molekülünün Potansiyel Enerji Eğrisi her iki yöntemde hemen hemen aynı eğilimde olduğu ve piridin halkası ile karboksamid grubu arasındaki N1-C1-C2-C3 dihedral açısı  $-180^\circ$  ve  $180^\circ$  olduğu zaman potansiyel enerji eğrisi minimum,  $0^\circ$  de ise maksimum değere sahip olduğu ve  $0^\circ$ 'ye göre potansiyel enerji eğrisinin simetrik olduğu belirlendi. Molekülün teorik ve deneysel geometrik parametrelerini sağlıklı bir şekilde karşılaştırmak için, bağ uzunluklarının farkları hesaplatıldı, Deneysel bağ uzunlukları ve teorik yöntemle hesaplanan bağ uzunlukları arasında iyi bir uyum olduğu görüldü. Şekil 1 (b)' den görüldüğü gibi moleküler elektrostatik potansiyel haritasında, karbonil grubu O1atomu etrafında kırmızı renkli bölgeler elektronegatif iken piridin halkası etrafında mavi renkli bölgeler elektropozitifdir. Tablo 3'de en yüksek kimyasal kayma değerine sahip karbon atomu C1 atomudur ve C1 atomunun deneysel değeri Delgado ve ark. (2012) tarafından 160.0 ppm olarak gözlenmiş olup, bu atomun kimyasal kayma değeri hesaplama yöntemlerine göre 169.0-172.1 ppm değerleri arasında hesaplanmıştır. Karbonil grubunun C=O gerilme titreşimi DFT/B3LYP/6-311++G (d,p) ve HF/6-311++G (d,p) yöntemlerinde sırasıyla 1680 ve 1746  $\text{cm}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır.

#### KAYNAKLAR

- Akalin, E., and Akyuz, S. 2006. Vibrational Analysis of Free and Hydrogen Bonded Complexes of Nicotinamide and Picolinamide. *Vibrational Spectroscopy*, 42, 333-340.
- Bakilera, M. Bolukbasi O. and Yilmaz, A. 2007. An Experimental and Theoretical Study of Vibrational Spectra of Picolinamide, Nicotinamide, and Isonicotinamide," *Journal of Molecular Structure*, Vol. 826, -16
- Becke, A.D. 1988. Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior. *Physical Review A*, 38(6), 3098–310
- Becke, A.D. 1993, Density-functional thermochemistry 3. The role of exact exchange. *The Journal of Chemical Physics*, 98 (7): 5648-5652
- Delgado, G. E., Mora, A. J., Guillen-Guillen, M., Ramirez, J. W., and Contreras J. E. 2012. Crystal Structure Determination and Hydrogen-Bonding Patterns in 2-Pyridinecarboxamide. *Crystal Structure Theory and Applications*. 1, 30-34
- Dennington, R., Keith, T., and Millam J. 2009. Semichem Inc., GaussView, Version 5, Shawnee Mission KS,
- Epperson, J. D., Ming L. J., Baker, G. R., and Newkome G. R. 2001. Paramagnetic Cobalt (II) as an NMR Probe of Dendrimer Structure. *J. Am. Chem. Soc.* 123 (35), 8583–8592

- Francl, M.M., Pietro, W.J., Hehre, W.J., Binkley, J.S., Gordon, M.S., DeFrees, D.J., and Pople, J. A. 1982. Self-consistent molecular orbital methods. XXIII. A polarization-type basis set for second-row elements. *Chemical Physics*, 77: 3654-3665
- Frisch MJ, Trucks GW, Schlegel HB, Scuseria GE, Robb MA, Cheeseman JR, Scalmani G, Barone V, Mennucci B, Petersson GA, Nakatsuji H, Caricato M, Li X, Hratchian HP, Izmaylov AF, Bloino J, Zheng G, Sonnenberg JL, Hada M, Ehara M, Toyota K, Fukuda R, Hasegawa J, Ishida M, Nakajima T, Honda Y, Kitao O, Nakai H, Vreven T, Montgomery JA, Vreven TJ., Peralta JE, Ogliaro F, Bearpark M, Heyd JJ, Brothers E, Kudin N, Staroverov VN, Kobayashi R, Normand J, Raghavachari K, Rendell A, Burant JC, Iyengar SS, Tomasi J, Cossi M, Rega N, Millam JM, Klene M, Knox JE, Cross JB, Bakken V, Adamo C, Jaramillo J, Gomperts R, Stratmann RE, Yazyev O, Austin AJ, Cammi R, Pomelli CJ, Ochterski W, Martin LR, Morokuma K, Zakrzewski VG, Voth GA, Salvador P, Dannenberg JJ, Dapprich S, Daniels AD, Farkas O, Foresman JB, Ortiz JV, Cioslowski J, Fox D J, 2010. Gaussian Inc., (Wallingford, CT).
- Harrop, T. C., and Mascharak P. K. 2004. Fe (III) and Co (III) Centers with Carboxamido Nitrogen and Modified Sulfur Coordination: Lessons Learned from Nitrile Hydratase *Acc. Chem. Res.*, 37 (4), 253–260
- Jacob, W., and Mukherje, R. 2008. Coordination polymers of manganese (II) and cobalt (II) of a flexible tetradentate pyridine amide ligand: 1D zigzag network and non-covalent interactions. *Inorganica Chimica Acta*. Volume 361, Issue 5, 1231-1238
- Lee C.T, Yang W.T, Parr R.G. 1988. Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. *Physical Review B*, 37: 785-789.,
- Lemmerer, A., Bathori N. B., and Bourne, S. A. 2008. Chiral Carboxylic Acids and Their Effects on Melting-Point Behaviour in Co-Crystals with Isonicotinamide. *Acta Crystallographica*, Vol. B64, No. 6, 780-790.
- Li, J., Bourne S. A., and Caira, M. R., 2011. New Polymorphs of Isonicotinamide and Nicotinamide, *Chemical Communications*, Vol. 47, No. 5, , pp. 1530-1532.
- Lou, B. and Hu, S. 2011. Different Hydrogen-Bonded Interactions in the Cocrystals of Nicotinamide with Two Aromatic Acids. *J. Chemical Crystallography*. 41, 1663-1668
- Moller, C., and Plesset, M.S. 1934. Note on an approximation treatment for many-electron systems. *Physical Review*, 46: 618-622
- Miwa, Y., Mizuno, T., Tsuchida, K., Taga T., and Iwata, Y. 1999. Experimental Charge Density and Electrostatic Potential in Nicotinamide, *Acta Crystallographica*, Vol. B55, 78-84.

- Sau, D. K., Butcher, R. J., Chaudhuri, S., and Saha, N. 2003. Spectroscopic, structural and antibacterial properties of copper (II) complexes with bio-relevant 5-methyl-3-formylpyrazole N (4)-benzyl-N (4)-methylthiosemicarbazone. Molecular and Cellular Biochemistry. 253, 21–29
- Takano, T., Sasada Y., and Kakudo, M. 1966. The Crystal and Molecular Structure of Picolinamide,” *Acta Crystallographica*, Vol. 21, 514-522.
- Thompson, L. J., Voguri, R. S., Cowell, A., Male L., and Tremayne, M. 2010. The Cocrystal Nicotinamide Succinic Acid (2/1), *Acta Crystallographica*, Vol. C66, o421.
- Zhang, J., Zhang H.F., Quan M.X., and Hu Z.Q. 2003. Effect of pressure on thermal stability of Mg<sub>65</sub>Cu<sub>25</sub>Y<sub>10</sub> bulk metallic glass. *Scripta Materialia*. 49, Issue 6, 485-48

## HİDANTİON-L-ASPARTİK ASİT MOLEKÜLÜNÜN YAPISAL, ELEKTRONİK, TİTREŞİM ve LİNEER OLMAYAN OPTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Güventürk UĞURLU  
Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü

### ÖZET

Hidantion-L-aspartik asit molekülünün yapısal parametreleri (bağ uzunluğu, bağ açıları ve dihedral açıları), en yüksek dolu molekül orbital (HOMO), en düşük boş molekül orbital (LUMO), titreşim frekansı, elektronik enerji, dipol moment, polarizebilite ve hiperpolarizebilite değerleri teorik olarak araştırıldı. Ayrıca,  $^1\text{H}$  ve  $^{13}\text{C}$ -NMR kimyasal kayma değerleri GIAO yaklaşımına göre gaz fazında hem HF/6-31G(d) hem de DFT/B3LYP/6-311+G (2d,p) yöntemi kullanılarak hesaplandı. Molekülün yapısal, elektronik, titreşim ve lineer olmayan optik özelliklerinin incelenmesi *ab initio* Hartree-Fock (HF) ve Yoğunluk fonksiyonel teorisi DFT/B3LYP teori seviyesinde 6-311 ++ G (d, p) temel seti kullanılarak hesaplanmıştır. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün hesaplanmış en yüksek dolu molekül orbital enerjileri ( $E_{\text{HOMO}}$ ) ve en düşük boş molekül orbital enerjileri ( $E_{\text{LUMO}}$ ) kullanılarak, molekülün enerji aralığı ( $\Delta E = E_{\text{LUMO}} - E_{\text{HOMO}}$ ), kimyasal potansiyel  $\mu$ , elektrofilik indeks  $\omega$ , iyonlaşma potansiyeli IP, elektron afinite EA, elektronegatiflik  $\chi$ , moleküler yumuşaklık S ve moleküler sertlik  $\eta$  gibi elektronik özellikleri elde edildi. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün dipol moment değerleri sırasıyla, B3LYP / 6-311 ++ G (d, p) metodu ile 2.20 ve HF / 6-311 ++ G (d,p) metodunda 2.49 Debye bulundu. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün her iki yöntemle hesaplanmış yapısal parametreleri, literatürdeki verilerle karşılaştırıldı ve yapısal parametreler arasında iyi bir uyum olduğu görüldü. Tüm hesaplamalar Gaussian09 yazılımında yapıldı.

**Anahtar Kelimeler:** *Hidantion-L-aspartik asit, Titreşim frekansı, HOMO ve LUMO*

### ABSTRACT

The values of structural parameters (bond length, bond angles and dihedral angles), Highest Occupied Molecular Orbital (HOMO), Lowest Un-occupied Molecular Orbital (LUMO), vibration frequency, electronic energy, dipole moment, polarizability, hyperpolarizability of Hydantion-L-aspartic acid molecule have been investigated theoretically. Also,  $^1\text{H}$ -NMR and  $^{13}\text{C}$ -NMR chemical shift values of the molecule according to the method GIAO in the gas phase were calculated using B3LYP/311++G (2d,p) and HF/6-31G levels of theory. Investigation of structural, electronic, vibration and non-linear optical properties of the molecule was calculated at *ab initio* Hartree-Fock (HF) and Density functional theory of DFT / B3LYP level theory by using 6-311 ++ G (d, p) basis set. By using calculated the highest full molecular orbital energies ( $E_{\text{HOMO}}$ ) of Hydantion-L-aspartic acid molecule lowest empty molecular orbital energies ( $E_{\text{LUMO}}$ ), energy gap ( $\Delta E = E_{\text{LUMO}} - E_{\text{HOMO}}$ ), chemical potential  $\mu$ , electrophilic index  $\omega$ , ionization potential IP, electron affinity EA, electronegativity  $\chi$ , molecular softness S and molecular hardness  $\eta$  were obtained. The dipole moment for Hydantion-L-aspartic acid molecule is calculated at 2.20 Debye, with DFT/B3LYP at 2.49 Debye, with HF level of theory using the 6-311++G (d, p) basis set, respectively. The



structural parameters of Hydantion-L-aspartic acid molecule calculated in both methods were compared with the data in the literature and it was seen that there was a good agreement between the structural parameters. All calculations have been carried out with Gaussian09 software.

**Keywords:** *Hydantion-L-aspartic acid, Vibration frequency, HOMO and LUMO.*

## 1.GİRİŞ

Hidantoin veya imidazolidin-2,4-dion heterosikl molekülü hastalık nöbetlerinin tedavisi ve antitümör bileşikleri için kullanılan terapötik ilaçların büyük kısmının içerisinde bulunan ve biyolojik olarak aktif bileşiklerdir (Meusel ve Gütschow, 2004). Son zamanlarda, 5-sübstitüe hidantoinlerin amino asitlere biyokatalitik dönüşümü optiksel olarak saf amino asitlerin endüstriyel üretimlerindeki potansiyel uygulamaları büyük ilgi görmüştür (Wilms vd., 2001; Burton and Dorrington, 2004) ve bu nedenlerden dolayı, hidantoin türevlerini hazırlamak için yeni sentetik yolların araştırılması ile ilgili çalışmalar artarak devam etmektedir (Kleinpeter, 1997; Vazquez vd., 2004; Alsina vd., 2005). Bir metal iyonu ile yapılan kompleksleşme genellikle bir ligandın biyolojik aktivitesini değiştirdiğinden, hidantoinlerin koordinasyon özellikleri umut verici biyolojik olarak aktif maddeler üretebilir. Fakat, literatürde bu bileşiklerin az sayıda metal kompleksleri bilinmektedir (Puszynska-Tuszkano vd., 2011; Daszkiewicz vd., 2011). Bu çalışmada, Hidantion-L-aspartik asit molekülünün yapısal parametreleri (bağ uzunluğu, bağ açıları ve dihedral açıları), en yüksek dolu molekül orbital (HOMO), en düşük boş molekül orbital (LUMO), titreşim frekansı, elektronik enerji, dipol moment, polarizabilite ve hiperpolarizabilite değerleri teorik olarak araştırıldı. Ayrıca,  $^1\text{H}$  ve  $^{13}\text{C}$ -NMR kimyasal kayma değerleri GIAO yaklaşımına göre gaz fazında hem HF/6-31G(d) hem de DFT/B3LYP/6-311+G (2d,p) yöntemi kullanılarak hesaplandı. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün hesaplanmış en yüksek dolu molekül orbital enerjileri ( $E_{\text{HOMO}}$ ) ve en düşük boş molekül orbital enerjileri ( $E_{\text{LUMO}}$ ) kullanılarak, molekülün enerji aralığı ( $\Delta E = E_{\text{LUMO}} - E_{\text{HOMO}}$ ), kimyasal potansiyel  $\mu$ , elektrofilik indeks  $\omega$ , iyonlaşma potansiyeli IP, elektron afinite EA, elektronegatiflik  $\chi$ , moleküler yumuşaklık S ve moleküler sertlik  $\eta$  gibi elektronik özellikleri elde edildi.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Hidantion-L-aspartik asit molekülünün yapısal, elektronik, titreşim ve lineer olmayan optik özelliklerinin incelenmesi *ab initio* Hartree-Fock (HF) ve Yoğunluk fonksiyonel teorisi DFT/B3LYP teori seviyesinde 6-311 ++ G (d, p) temel seti kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, molekülün üç boyuttaki (3D) yaklaşık geometrisi GaussView5.0 (Dennington vd., 2009) görüntüleme paket programında çizilerek Gaussian09 Rev B.01 paket programına (Frisch vd., 2010) giriş verisi olarak kullanıldı. 2- Hidantion-L-aspartik asit molekülünün konformasyon analizi; C2-C3-C4-C5 dihedral açısı  $-180^\circ$  den  $180^\circ$  ye kadar  $10^\circ$  lik aralıklarla değiştirilerek molekülün potansiyel enerji eğrisi B3LYP/6-31+G (d) ve HF/6-31+G (d) yöntemleri ile hesaplandı. molekülün kararlı durum konformerinin geometrik optimizasyonları *ab initio* metodu HF (Moller ve Plesset, 1934) ve DFT/Becke'nin 3 parametrelili hibrit değiş-tokuş fonksiyoneli (B3) (Becke, 1988) ile Lee-Yang ve Parr'ın

korelasyon fonksiyonlarından (Lee vd., 1988; Becke, 1993) oluşan B3LYP teori seviyesinde olmak üzere difüze ve polarize fonksiyonları içeren 6-311++G(d,p) temel seti (Franck vd., 1982) ile gaz fazında hesaplandı. Denge durumu konformerinin dipole moment, polarizability, hiperpolarizability, en yüksek dolu molekül orbital (HOMO), en düşük boş molekül orbital (LUMO) değerleri her iki modelde 6-311++G(d,p) temel seti kullanılarak hesaplandı. Ayrıca,  $^1\text{H}$  ve  $^{13}\text{C}$ -NMR kimyasal kayma değerleri GIAO yaklaşımına göre hem gaz fazında hem de kloroform ve dimetil sülfoksit çözeltilerinde DFT/B3LYP teori düzeyinde 6-311++G (d, p) ve 6-311+G (2d, p) temel setleri kullanılarak hesaplandı. Hesaplamalar sonucunda; polarizebilite ve hiperpolarizebilite değerlerinin kartezyen bileşenleri (a.u) elde edildi. Bu kartezyen bileşen değerlerinden polarizebilite;

$$\alpha = \left(\frac{1}{3}\right) (\alpha_{xx} + \alpha_{yy} + \alpha_{zz}) \quad (1)$$

Hiperpolarizebilite; $\beta$

$$\beta = [(\beta_{xxx} + \beta_{xyy} + \beta_{xzz})^2 + (\beta_{yyy} + \beta_{yzz} + \beta_{yxx})^2 + (\beta_{zzz} + \beta_{zxx} + \beta_{zyy})^2]^{1/2} \quad (2)$$

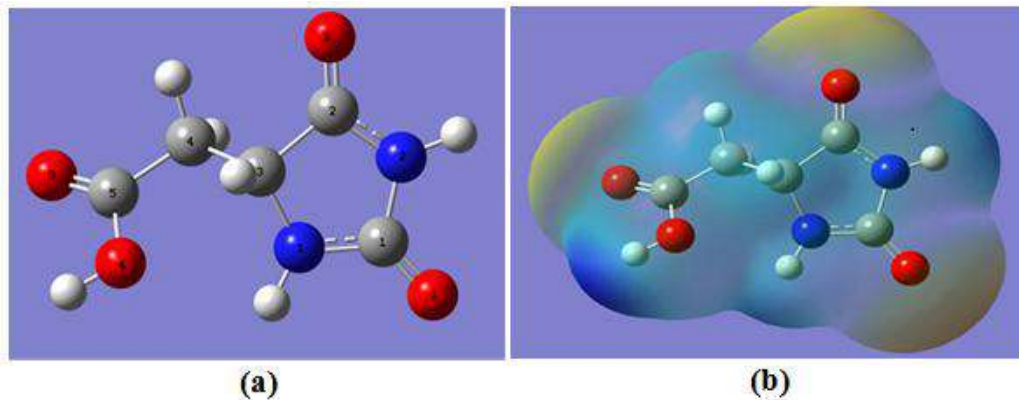
eşitlikleri ile hesaplandı

Molekülün  $E_{\text{HOMO}}$  ve  $E_{\text{LUMO}}$  enerji değerlerini kullanarak aşağıdaki parametreler; iyonlaşma potansiyel ( $\text{IP} \approx -E_{\text{HOMO}}$ ), elektron ilgisi ( $\text{EA} \approx -E_{\text{LUMO}}$ ), elektronegatiflik ( $\chi = (\text{IP} + \text{EA})/2 = -(E_{\text{HOMO}} + E_{\text{LUMO}})/2$ ), moleküler sertlik ( $\eta = (\text{IP} - \text{EA})/2 \approx (E_{\text{LUMO}} - E_{\text{HOMO}})/2$ ), kimyasal potansiyel ( $\mu = -\chi$ ),  $\mu = (\text{EA} - \text{IP})/2 \approx (E_{\text{HOMO}} + E_{\text{LUMO}})/2$ ), elektrofilik indeksi ( $\omega = \mu^2/2\eta$ ) ve kimyasal yumuşaklık ( $S = 1/2\eta$ ) ifadeleri ile hesaplanmıştır

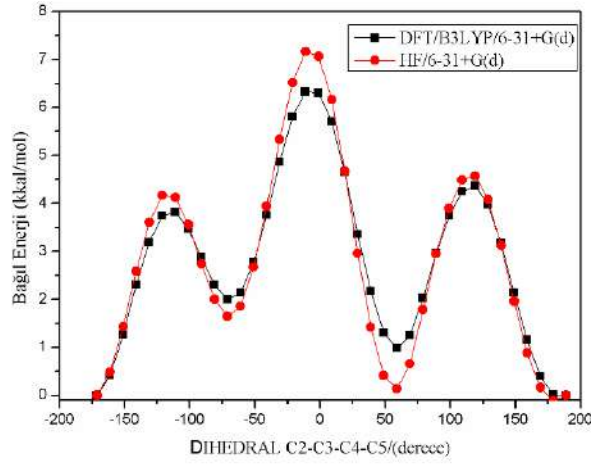
### 3. BULGULAR

#### 3.1 Geometrik Optimizasyon

Hidantion-L-aspartik asit molekülünün numaralandırılmış geometrik optimizasyon durumu Şekil 1 (a), bu duruma ait Moleküler Elektrostatik Potansiyel haritası Şekil 1 (b)'de, her iki yöntemle hesaplanan potansiyel enerji eğrisi Şekil 2.'de, molekülün taban durumundaki geometrik parametreleri Tablo 1.'de ve Elektronik Enerji,  $\mu$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $E_{\text{HOMO}}$ ,  $E_{\text{LUMO}}$  ve  $\Delta E_g$  değerleri Tablo 2.'de verilmiştir.



Şekil 1. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün (a ) numaralandırılmış geometrik optimizasyon durumu (b) Moleküler elektrostatik potansiyel haritası.



Şekil 2. 2- Hidantion-L-aspartik asit molekülünün potansiyel enerji eğrisi.

Tablo 1. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün taban durumundaki geometrik parametreleri.

Parametreler	DFT	HF	DE. <sup>a</sup>	DFT-HF	DE-DFT	DE-HF
Bağlar	Bağ uzunluğu/Å					
N1-C1	1.3718	1.362 2	1.334(4 )	0.0096	0.0378	0.0282
N1-C3	1.4553	1.448	1.449(4 )	0.0073	0.0063	-0.001
C1-N2	1.4138	1.389 4	1.383(4 )	0.0244	0.0308	0.0064
C1-O1	1.2065	1.183 7	1.227(4 )	0.0228	-0.0205	- 0.0433
N2-C2	1.3746	1.363 8	1.356(4 )	0.0108	0.0186	0.0078
C2-O2	1.207	1.182 8	1.214(4 )	0.0242	-0.007	- 0.0312
C5-O4	1.3616	1.331 7	1.332(4 )	0.0299	0.0296	- 0.0003
C5-O3	1.2014	1.179 7	1.208(4 )	0.0217	-0.0066	- 0.0283
	Bağ açısı(°)					
C2-C1-N1	128.9	128.3	126.8(3 )	0.607	2.0652	1.4582
C2-C1-O1	125.7	125.7	125.5(3 )	0.0031	0.211	0.2079
N1-C1-O1	127.8	127.4	126.0(0 )	0.3887	1.7906	1.4019
C1C2-N1	126.6	126.7	127.3(3 )	-0.125	-0.687	-0.562
	Torsiyon açısı(°)					
C3-N1-C1-O1	173.7	171.8	175.7(3 )			
C2-N2-C1-O1	-177.3	-176.2	179.1(3 )			
C2-C3-C4-	-176.1	-179.7				

C5						
C3-C4-C5-O4	-4.5	7.9				

(<sup>a</sup> kay; Delgado vd., 2013)

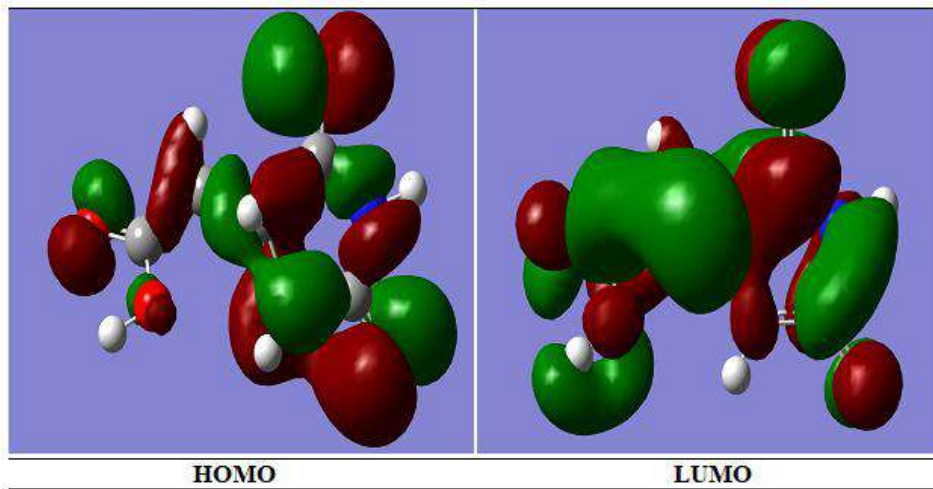
Tablo 2. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün taban durumundaki elektronik enerji,  $\mu$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ , EHOMO, ELUMO ve  $\Delta E_g$  değerleri

B3LYP/6-311++G(d, p)						
Electronic Energy (a.u)	$\mu$ (D)	$\alpha$ (a.u)	$\beta$ (a.u)	$E_{HOMO}$ (a.u)	$E_{LUMO}$ (a.u)	$\Delta E_g$ (eV)
-604.791163705	2.20	136,47	155,92	-0.288954	-0.042865	6.70
HF/6-311++G(d, p)						
-601.432470313	2.50	72,48	43,54	-0.431186	0.030528	12.57

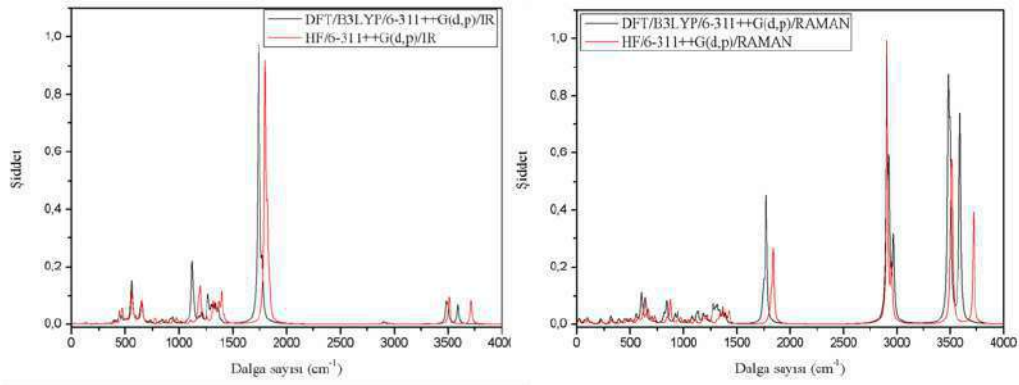
Çalışılan molekülünün kimyasal potansiyel , elektrofilik indeks , iyonlaşma potansiyeli, elektron afinite , elektronegatiflik, moleküler yumuşaklık ve moleküler sertlik değerleri Tablo 3’de, HOMO ve LUMO şekilleri Şekil 3.’de, NMR değerleri Tablo 4’de ve teorik IR ve Raman spektrumu Şekil 4.’de verilmiştir.

Tablo 3. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün elektronik özellikleri

Parametreler	Hatree	eV	kcal/mol	KJ/mol
LUMO	-0.042865	-1.17	-26.90	-112.54
HOMO	-0.288954	-7.86	-181.32	-758.65
Elektron İlgisi <b>EA</b>	0.042865	1.17	26.90	112.54
İyonlaşma Potansiyeli <b>IP</b>	0.288954	7.86	181.32	758.65
Energy aralığı $\Delta E$	0.246089	6.70	154.42	646.11
Elektronegatiflik $\gamma$	0.1659095	4.51	104.11	435.60
Kimyasal potansiyel $\mu$	-0.1659095	-4.51	-104.11	-435.60
Elektrofilik indeksi $\omega$	0.001693459	0.05	1.06	4.45
Moleküler Yumuşaklık <b>S</b>	0.0615	1.67	38.61	161.53
Moleküler Sertlik <b>n</b>	0.1230445	3.35	77.21	323.05



Şekil 3. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün HOMO ve LUMO şekilleri.



Şekil 4. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün IR ve Raman spektrumu.

Tablo 4. Hidantion-L-aspartik asit molekülünün taban durumu NMR değerleri(ppm).

B3LYP/6-311+G(2d,p)											
C4	C7	C2	C5	C6	N2H	O4H	N1H	C3H	C4H	C4H	C4H
175.19	174.49	157.73	59.81	39.55	6.13	5.75	4.74	4.35	3.13	2.45	
HF/6-31G(d)											
162.39	157.49	145.75	46.56	32.56	4.90	4.80	3.24	3.45	2.52	2.12	
DENEYSEL <sup>a</sup>											
175.44	171.04	157.70	54.40	35.43	10.64	12.52	7.89	4.20	2.63	2.63	

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Hidantion-L-aspartik asit molekülünün elektronik enerji, yapısal parametreler, dipole moment, polarizability, hyperpolarizability, titreşim frekansı, en yüksek dolu molekül orbital (HOMO), en düşük boş molekül orbital (LUMO), <sup>1</sup>H ve <sup>13</sup>C-NMR kimyasal kayma değerleri teorik olarak hesaplatıldı. Potansiyel enerji eğrisinin maksimum değerinin C2-C3-C4-C5 dihedral açısının 0° olduğu durumuna karşılık geldiği ve Potansiyel enerji eğrisinin açıya bağlı olarak değişimi genelde hemen hemen aynı olmakla birlikte eğrinin maksimum olduğu durumlarda HF/6-31+G (d) yöntemi ile hesaplanan bariyer yüksekliklerinin daha fazla olduğu görüldü. Molekülün karbon atomlarının deneysel kimyasal kayma değeri ile teorik olarak DFT/B3LYP/6-311+G(2d,p) yöntemiyle hesaplanan kimyasal kayma değerinin daha uyumlu olduğu görüldü. C3-N1-C1-O1 ve C3-N1-C1-O1 dihedrallara açıları B3LYP/6-311++G(d,p) yöntemi ile sırasıyla 173.7°/173.7°, HF/6-311++G(d,p) yönteminde 171.8°/176.2° hesaplanmış olup bu dihedral açıların deneysel değerleri ise 175.7°/179.1° olarak gözlenmiştir.

#### KAYNAKLAR

- Alsina, J., Scott, W.L., and O'Donnell M.J. 2005. Solid-phase synthesis of  $\alpha$ substituted proline hydantoins and analogs. *Tetrahedron Lett.*, 46, 3131-3135
- Becke, A.D. 1988. Density-functional exchange-energy approximation with correct asymptotic behavior. *Physical Review A*, 38(6), 3098-310
- Becke, A.D. 1993, Density-functional thermochemistry 3. The role of exact exchange. *The Journal of Chemical Physics*, 98 (7): 5648-5652

- Burton, S.G., and Dorrington, R.A. 2004. Hydantoin-hydrolysing enzymes for the enantioselective production of amino acids: new insights and applications. *Tetrahedron Asymm.*, 15, 2737-2741
- Daszkiewicz, M., Puszynska-Tuszkano, M., Maciejewska, G., Staszak, Z., Wietrzyk, J., Filip, B., and Cieslak-Golonka, M. 2011. HSAB principle and nickel(II) ion reactivity towards 1-methyldihydantoin. *Polyhedron*, 30, 2016-2025
- Delgado, G. E., Mora, A. J., Contreras, J. E., Bruno-Colmenárez, J., and Atencio, R. 2013. Synthesis, Crystal and Molecular Structure, and Hydrogen-bonding Patterns in Hydantoin-L-Aspartic Acid. *Avances en Química*, 8(2), 59-63
- Dennington, R., Keith, T., and Millam J. 2009. Semichem Inc., GaussView, Version 5, Shawnee Mission KS,
- Franck, M.M., Pietro, W.J., Hehre, W.J., Binkley, J.S., Gordon, M.S., DeFrees, D.J., and Pople, J. A. 1982. Self-consistent molecular orbital methods. XXIII. A polarization-type basis set for second-row elements. *Chemical Physics*, 77: 3654-3665
- Frisch MJ, Trucks GW, Schlegel HB, Scuseria GE, Robb MA, Cheeseman JR, Scalmani G, Barone V, Mennucci B, Petersson GA, Nakatsuji H, Caricato M, Li X, Hratchian HP, Izmaylov AF, Bloino J, Zheng G, Sonnenberg JL, Hada M, Ehara M, Toyota K, Fukuda R, Hasegawa J, Ishida M, Nakajima T, Honda Y, Kitao O, Nakai H, Vreven T, Montgomery JA, Vreven TJ, Peralta JE, Ogliaro F, Bearpark M, Heyd JJ, Brothers E, Kudin N, Staroverov VN, Kobayashi R, Normand J, Raghavachari K, Rendell A, Burant JC, Iyengar SS, Tomasi J, Cossi M, Rega N, Millam JM, Klene M, Knox JE, Cross JB, Bakken V, Adamo C, Jaramillo J, Gomperts R, Stratmann RE, Yazyev O, Austin AJ, Cammi R, Pomelli CJ, Ochterski W, Martin LR, Morokuma K, Zakrzewski VG, Voth GA, Salvador P, Dannenberg JJ, Dapprich S, Daniels AD, Farkas O, Foresman JB, Ortiz JV, Cioslowski J, Fox D J, 2010. Gaussian Inc., (Wallingford, CT).
- Kleinpeter, E. 1997. The structure of hydantoins in solution and in the solid state. *Struc. Chem.*, 8, 161-173 .
- Lee C.T, Yang W.T, Parr R.G. 1988. Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. *Physical Review B*, 37: 785-789.
- Meusel, M., and Gütschow, M. 2004. Recent developments in hydantoin chemistry. A review. *Org. Prep. Proced. Int.*, 36, 391-443
- Moller, C., and Plesset, M.S. 1934. Note on an approximation treatment for many-electron systems. *Physical Review*, 46: 618-622
- Puszynska-Tuszkano, M., Grabowski, T., Daszkiewicz, M., Wietrzyk, J., Filip, B., Maciejewska, G., and Cieślak-Golonka, M. 2011. Silver(I) complexes with hydantoins

and allantoin. Synthesis, crystal and molecular structure, cytotoxicity and pharmacokinetics. *J. Inorg. Biochem.*, 105, 17-22

Vazquez, J., Royo, M., and Albericio, F. 2004. Re-evaluation of a solid-phase hydantoin synthesis. *Lett. Org. Chem.*, 1, 224-226

Wilms, B., Wiese, A., Syldatk, C., Mattes, R., and Altenbuchner, J. 2001. Development of an *Escherichia coli* whole cell biocatalyst for the production of L-amino acids. *J. Biotechnol.*, 86, 19-30.

## MEMELİ HAYVANLARIN DUODENUM'U ÜZERİNDE MAKROANATOMİK İNCELEMELER

**Prof. Dr. Derviş ÖZDEMİR**

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı

### ÖZET

Besinlerin küçük parçalara ayrılması, tükürük yoluyla lokma haline getirilmesi ve yemek borusuna gönderilmesi, büyük moleküllerinin sindirim kanalında mekanik ve kimyasal olarak daha küçük parçacıklara ayrılması, küçük moleküllerin ince bağırsaklardan kan sayesinde dolaşımına geçmesi, sindirilmemiş ve emilmemiş maddelerin ise vücuttan uzaklaştırılması olayına sindirim denir. Sindirim sistemini, sindirim kanalı ve aksesuar organlardan meydana gelir. Sindirim kanalını; ağız boşluğu, yutak, yemek borusu, mide, ince ve kalın bağırsaklar oluşturur. Aksesuar organları ise dil, dişler, tükürük bezleri, karaciğer, safra kesesi ve pankreas'tır. Midenin pylorus kısmından başlayan duodenum, ince barsakların ilk bölümüdür. Büyük kısmı karın boşluğunun sağında ve üst tarafında (etçiller hariç) yer alır. Etçillerde duodenum'un ilk parçası karnın sağında uzun bir mezo ile asıldığından karnın alt duvarında omentum ile örtülmemiş şekildedir. Tek tırnaklı hayvanlarda duodenum'un ikinci içbükeyliği içinde pankreasın baş kısmı konumlanmıştır. Duodenum'un iç yüzüne karaciğerin ve pankreasın akıtıcı kanalları açılır. Histolojik incelemelerde; duodenum'un müköz, submüköz, musküler ve seröz katmanlardan oluştuğu gözlenir. Barsak yüzeyinde emilimi arttırmak için mukoza tabakası, barsak boşluğuna doğru çıkıntı yapmış plica sirkularis'e sahiptir. Villus adı da verilen bu parmaklı çıkıntılar sayesinde barsak yüzeyi genişler. Duodenum epithel'ini prizmatik hücreler ile bu hücreler arasındaki goblet hücreleri oluşturur. Goblet hücreleri villus ucunda daha az görülür. Yaş faktörü crypt'lerin ve villus'ların sayısında önemli miktarda artışa sebep olur. Submukoza tabakasında duodenal bezler (Brunner bezleri) rastgele dağılmıştır. Tubuler özellikte olan bu bezler daha çok duodenum'un başlangıç kısmında görülür. Lieberkühn crypt'lerinin değişime uğramış uzantıları olarak kabul edilir. Tunika muskularis'i, sirküler ve longitudinal tipte düz kaslar şekillendirir. Tunika seroza, tek katlı yassı epitel ve altındaki bağ dokusundan oluşur.

**Anahtar Kelimeler:** *Duodenum, memeli, makroanatomi, mucosa.*

### MACROANATOMIC INVESTIGATIONS ON DUODENUM OF MAMMALS

#### ABSTRACT

Nutrients are divided into small pieces, bite by saliva and sent to the esophagus, large molecules in the digestive tract mechanically and chemically smaller particles, small molecules into the circulation of blood through the small intestines, undigested and non-absorbed substances from the body is called digestion. It consists of digestive system, digestive tract and accessory organs. Digestive canal; oral cavity, pharynx, esophagus, stomach, thin and large intestines. Accessory organs are tongue, teeth, salivary glands, liver, gall bladder and pancreas. The duodenum starting from the pylorus of the stomach is the first part of the small intestine. Most of it is located on the right and upper side of the abdominal cavity (except carnivores). In the carnivores, the first part of the duodenum is found on the right side of the abdomen and with a long meso. The head of the pancreas is located in the second concavity of the duodenum in single-nosed animals. The drainage channels of the liver and pancreas are opened on the inside of the duodenum. In histological examinations; duodenum is composed of mucous, submucosa, muscular and serous layers. In order to increase absorption on the intestinal surface, the mucosal layer has a plica circular protruding into the bowel cavity. The intestinal surface expands thanks to these fingertips which are also called Villus. The duodenum epithelia are composed of prismatic cells and goblet cells between these cells. The number of goblet cells decreases towards the tip of the villi. With the



advancement of age, the number of crypts and villas increases. Duodenal cloths (Brunner's glands) were distributed randomly in the submucosa layer. These tubular features are mostly seen in the beginning of the duodenum. Lieberkühn is considered to be the modified extension of the crypt. The muscular tunica, circular and longitudinal-shaped smooth muscles shape. The serosal tunica consists of a single-layer squamous epithelium and underlying connective tissue.

**Key Words:** *Duodenum, mammalian, macroanatomy, mucosa.*

## 1. GİRİŞ

Besinlerin küçük parçalara ayrılması, tükürük yoluyla lokma haline getirilmesi ve yemek borusuna gönderilmesi, büyük moleküllerinin sindirim kanalında mekanik ve kimyasal olarak daha küçük parçacıklara ayrılması, küçük moleküllerin ince bağırsaklardan kan sayesinde dolaşımına geçmesi, sindirilmemiş ve emilmemiş maddelerin ise vücuttan uzaklaştırılması olayına sindirim denir. Sindirim sistemini (Systema digestorium), sindirim kanalı (canalis alimentorius) ve bu kanalla bağlantı halinde olan aksesuar organlar oluşturur. Sindirim kanalı; ağız boşluğu, yutak, yemek borusu, mide, ince ve kalın bağırsaklardan meydana gelir. Sistemin aksesuar organları ise dil, dişler, tükürük bezleri, karaciğer, safra kesesi ve pankreas'tır (1-3).

Memelilerde ince bağırsak, sindirim ve emilimin gerçekleştiği sindirim sisteminin en uzun bölümünü teşkil eder (4,5). İnce bağırsak'ın; duodenum, jejunum ve ileum isimli üç bölümü bulunur (1-3).

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Duodenum, ince barsakların ilk bölümüdür. İnce bağırsağın en geniş çaplı, en kısa, en kalın duvarlı ve en az hareketli olan bölümüdür (4,5). Büyük kısmı karın boşluğunun sağında ve üst tarafında (etçiller hariç) yer alır. Etçillerde duodenum'un ilk parçası karnın sağında uzun bir mezo ile asıldığından karnın alt duvarında omentum ile örtülmemiş şekildedir. Equidae'de duodenum'un ikinci içbükeyliği içinde pankreasın baş kısmı konumlanmıştır. Duodenum'un iç yüzüne karaciğerin ve pankreasın akıtıcı kanalları açılır (1-3,6).

İnce bağırsakların ilk bölümü olan duodenum, karaciğerin visceral yüzünde flexura duodeni cranialis denilen keskin bir köşe yaptıktan sonra karnın sağ duvarına paralel bir seyir izleyerek sağ böbreğin arkasına varır. Daha sonra flexura duodenojejunalis'i şekillendirir ve jejunum ile birleşerek son bulur. Duodenum plica duodenocolica denilen bir bant aracılığıyla atlarda colon transversum'a, diğer hayvanlarda ise colon descendens'e bağlanır. Equidae'de duodenum'un ilk parçası yana yatmış b "S" şeklindedir. Bu S'nin ikinci içbükeyliği içinde pankreasın caput pancreatis'i bulunur (1,2).

İnce bağırsaklar içten dışa doğru; tunica mucoza, tunica muscularis ve tunica seroza olarak üç katmana sahiptir (7-10).

Tunica mucoza; lamina epiteliyalis, lamina propria, lamina muscularis ve submucoza olmak üzere dört katmandan ibarettir. Lamina epiteliyalis, tek katlı yüksek prizmatik hücrelerden oluşur (11,12). Bu tabakada; enteroendokrin hücreler, emilim yapan hücreler, kök hücreler, M-hücreleri, kadeh hücreleri ve Paneth hücreleri olmak üzere altı tipte hücre bulunur (4,5,12).

Duodenum'da çok sayıda geniş ve yassı şekilli villus'lar bulunur. Damardan zengin, parmak şeklinde küçük çıkıntılar olan villus'lar, duodenum'un iç yüzeyine kadife görünümü verirler. Her bir villus'un etrafından kript denilen epitel çöküntüsüyle çevrilidir (5,12-14). Villus'lar tek katlı prizmatik epitel hücreleri ile örtülüdür. Villus'ların içerisinde bulunan elastik lifler, kas telleri ve lokalizasyonları işlevlerinde önemli rol oynar (12).

Bağırsak villuslarının abzorptif epitel hücrelerinin apikal kısımlarını mikrovillus'lar örter (5,15). Mikrovillus'ların yüzeyinde glikokaliks örtüsü mevcuttur. Mikrovillus'lar ve glikokaliks ışık mikroskopunda enine çizgiler şeklinde görülür. Bu görünümünden dolayı mikrovillus'lu yüzeylere çizgili kenar ya da fırça kenar olarak da adlandırılır (5,12,13).

Lamina propriya, kollagen, elastik ve retikulum ipliklerini kapsayan, hücreden zengin bağdokusu özelliğine sahiptir. Bağdokusunun içerisinde intestinal kriptler (Lieberkühn kriptleri) yerleşmiştir. Bu kriptlerde enteroendokrin hücreler, bağırsak yüzey hücreleri, Paneth hücreleri kadeh hücreleri ve matriks (kök hücre) hücreleri bulunur (1,8).

Submukoza, gevşek bağ dokudan ibaret kalın bir tabakadır. Soliter ya da gruplar halinde lenf foliküllerine sahiptir. Duodenum'un başlangıç kısmının submukoza'sında duodenal bezler (Brunner bezleri) bulunur (7,8,11,14). Tubulo alveoler özellikte olan duodenal bezler, asit mide içeriğini nötralize eden salgıyı salgırlar (5,10,12,13,16).

Tunika Muskularis; dışta longitudinal ve içte sirküler (dairesel) seyirli düz kas tellerinden oluşur. Bu kas tabakaları arasında gevşek bağ dokusu içerisinde sinir plexus'ları, lenf ve kan damarları görülür (1,2,5,10,12,13).

Tunika Seroza; periton'un lamina visceralis'inden meydana gelir (2). Duodenum'un üzerini örten ince bir zar tabakasıdır (5,12,13).

### 3. SONUÇ

Sindirim sisteminin önemli bir bölümü olan duodenum'un morfolojik yapısı ayrıntılı bir şekilde ortaya konmuştur. Bu alanda yapılacak araştırmalarda referans olarak kullanılabilir bir çalışma olacağı kanaatine varılmıştır.

### KAYNAKÇA

1. Dursun N. Veteriner anatomi. İkinci baskı, Ankara, Medisan Yayın evi, 2001; 53-7.
2. Bahadır, A, Yıldız, H. (2008). Veteriner Anatomi (2. Baskı). Bursa: Ezgi Kitabevi, 231-236.
3. Dyce, KM, Sack, WO, & Wensing, CJG. Textbook of Veterinary Anatomy. Fourth Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2010; 100-132.
4. Hatiboğlu MT. Anatomi ve fizyoloji. On dördüncü baskı. Ankara, Hatiboğlu Yayınları, 2003; 196-213.
5. Doğan S. İnce bağırsakta yaşa bağlı değişiklikler. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Histoloji ve Embriyoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2008.
6. König, HE, Liebich, HG. Veterinary Anatomy of Domestic Mammals. Schattauer, New York, 2004.
7. Özdemir D, Aydın A, Atalar Ö. Dişi kobaylarda (*Cavia porcellus*) duodenum mukozasının postnatal gelişimi üzerine ışık mikroskopik incelemeler. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Derg. 2004; 18: 81-4.
8. Bloom W, Fawcett DW. A Textbook of histology. Twelve edition. Philadelphia, WB Saunders Comp. 1975; 141-56.
9. Tanyolaç A. Özel histoloji. İkinci baskı, Ankara, Yorum Basım Yayın Sanayi Ltd Şti, 1999; 97-9.
10. Junqueira LG, Carnerira J. Basic histology text & utatlas. Eleventh edition, California, Lange Medical Publ, 2005; 322-31.
11. Ozdemir D, Yilmaz S, Dinc G, Aydın A and Atalar O. Light and electron microscopic studies on the duodenal mucosa in the badger (*Meles meles*). Ind. Vet. J., 2004; 81: 1032-1035.
12. Erdoğan D, Hatiboğlu MT, Görgün M, Ilgaz C. Özel histoloji. Ankara, Hatiboğlu Yayınları, 1996; 120-124.
13. Gartner LP, Hiatt LJ. Color textbook of histology. Second edition. . Chicago, WB Saunder Comp, 2001; 114-27.
14. Ozdemir D. Observations on the anatomy of the duodenum in the porcupine (*Hystrix cristata*). J. Appl. Anim. Res., 2009; 35: 95-96.
15. Akay MT. Sitoloji. 4. Baskı, Ankara, Medisan Yayın Evi, 2004; 124-36.
16. Eroschenko VP. DI Fore. Histoloji Atlası (Türkçe çeviri, Ataberk S.). 9. Baskı. Ankara, Palme Yayıncılık, 2001; 68-102.

## MEMELİ HAYVANLARDA BÖBREKLERİN ARTERİYAL VASKULARİZASYONU

Prof. Dr. Derviş ÖZDEMİR

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı  
dozdemir@atauni.edu.tr

### ÖZET

Üriner sistem, idrarı kandan süzen böbrek (ren), böbrekten idrarı mesaneye götüren idrar kanalı (ureter), idrarı depolayan mesane (vesica urinaria) ve mesaneden idrarı dışarı atan dış idrar yolundan (urethra) oluşur. Sistemin asıl fonksiyonunu böbrekler üstlenir. Böbrekler, karın boşluğunun üst kısmında, omur sütununun sağında ve solunda bulunurlar. Son kaburgaların üst uçlarına yakın olarak bulunan iki böbreğin duruşu asimetriktir. Sağ böbrek (ren dexter) sol böbrekten (ren sinister) biraz daha önde yer alır. Ancak geniş getiren hayvanlarda sol böbrek yüzücü durumda olup, orta düzlemin biraz sağında ve sağ böbreğin arkasında yer alır. Böbrekler aorta abdominalis'ten sağlı ve sollu olarak orijin alan arteria renalis'ler tarafından beslenir. Genellikle arteria renalis dextra, a.renalis sinistra'ya göre daha önde olup uzunluk bakımından daha kısadır. Böbreğin ortasına rastlayan kısmında, çöküntü şeklinde bulunan hilus renalis'ten böbreğe arteria renalis girer. Arteria renalis, ilk önce dorsal ve ventral dallara ayrılır. Bazen bunlara ek olarak intermedier dal da ayrılabilir. Bu dalların her birinden sayıları 2-8 arasında değişen arteria interlobarisler köken alır. Daha sonra bu arterler de arteria arcuata isimli arterleri verir. Arteria arcuata'dan da arteriae interlobulares'ler çıkar ve böbreğin uç kısımlarına kadar uzanır. Böbrek damarları arasında bazen anastomoz görülebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Arteria arcuate, arteria interlobaris, arteria renalis, böbrek, ren.*

## ARTERİYAL VASKULARİZASYON OF KIDNEYS IN MAMMALS

### ABSTRACT

The urinary system is composed of kidney, ureter, urinary bladder and urethra that excrete urine from the bladder. The main function of the system is the kidneys. The kidneys are located in the upper part of the abdominal cavity, on the right and left side of the vertebra column. The position of the two kidneys near the upper end of the last ribs is asymmetrical. The right kidney (ren dexter) is a little further than the left kidney (ren sinister). However, in ruminant animals, the left kidney is a swimmer, slightly on the right of the mid-plane and behind the right kidney. The kidneys originating from the abdominal aorta of the kidneys, which are originating from the right and left side, are fed by the kidneys. It is usually shorter in length than arteria renalis dextra, arteria renalis sinistra. Across the middle of the kidney, in the form of a collapsed renal hilus that renal artery enters the kidney. Renal artery is first divided into dorsal and ventral branches. Sometimes the intermedier branch can also be separated. The numbers of these branches originate from the interlobular artery, whose numbers vary between 2-8. Then, these arteries also give arteries called arcuate artery. From the arcuate artery, the interlobular artery is removed from the artery and extends to the end of the kidney. Anastomosis may occasionally be seen between the renal vessels.

**Key Words:** *Arcuate artery, interlobar artery, renal artery, kidney ren.*

### 1. GİRİŞ

Boşaltım sistemi; idrarı süzen bir çift böbrek, böbrekte oluşan idrarı taşıyan ureter'ler, idrarın boşaltılana kadar biriktirildiği idrar kesesi ve idrarı dışarı taşıyan urethra'dan oluşur (1).

Üriner sistemin esas fonksiyonel olan bölümü böbreklerdir. Böbrekler, metabolik aktivite neticesinde şekillenen artıkları ve fazla suyu vücuttan uzaklaştırırlar (2,3).

Her bir böbrek aorta abdominalis'ten orijin alan arteria renalis tarafından beslenir (1).

## 2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Memeli hayvanlarda böbrekler regio lumbalis'te bulunurlar. Sonuncu kaburgaların üst uçlarının altına konumlanmışlardır. Her iki böbreğin duruşu asimetriktir (1,2). Memeli hayvanlarda sağ böbrek, sol böbreğe göre daha cranial'dedir (2,4). Ancak ruminant'ta sol böbrek yüzücü durumda olup, orta düzlemin biraz sağında ve sağ böbreğin arkasında yer alır (1,2).

Böbreğin orta bölümünde hilus renalis adında bir yarık ya da çöküntü bulunur. Hilus renalis'ten; böbreğe arteria renalis ve sinirler girer, vena renalis, lenf damarları ve ureter ise böbreği terk eder (2).

Farede arteria renalis dextra, 3. lumbal omur hizasında, arteria renalis sinistra'nın ise 3-4. lumbal omurlar arası hizasından aorta abdominalis'ten köken alır. A. renalis dextra arteria renalis sinistra'dan ortalama 1,7 mm daha cranial'dedir (5).

Kobayda arteria renalis'ler, arteria celiaca'dan yaklaşık 3 mm arka tarafından ve aorta abdominalis'in alt yüzünden orijin alır (6).

Tavşanda, arteria mesenterica cranialis'in 4 mm. caudal'inde ve aorta abdominalis'in ventrolateral yüzünden başlangıç alır (7).

Oklu kirpi'de, arteria renalis dextra arteria mesenterica cranialis'ten 35-40 mm sonra ve arteria renalis sinistra'dan yaklaşık 0,5 cm daha önde aorta abdominalis'in yan yüzünden çıkar (8).

Sığırdı (2), koyunda (9,10), tilkide (11), kurtta (12), köpekte (13,14) sol arteria renalis'in, equidae'de (2) ve farede (5) ise sağ arteria renalis daha uzundur.

Böbrekte hilus'tan giren arteria renalis'ler, dorsal ve ventral olarak dallanma yaparlar (5,12-14). Bazen bu dallara ek olarak intermedier dallar da görülebilir (9,10). Gerek dorsal ve gerekse ventral dallardan sayıları 2-6 arasında değişen arteria interlobarisler orijin alır. Böbreklerin cortex'ine doğru uzanan çok sayıda arteria arcuata'lar da arteria interlobarisler'den köken alırlar. Böbrek arterlerinin son dallanma şeklini arteria arcuata'dan ayrılan arteria interlobularis'ler oluşturur.

## 3. SONUÇ

Memeli hayvanlarda böbreklerin arterial vaskularizasyonun incelendiği bu derlemede, türler arasında bazı farklılıkların olduğu saptanmıştır. Bu tür çalışmaların, üroloji alanındaki operasyonlarda, böbrek nakli sırasında böbrek atardamarlarına zarar vermemek için cerrahların bilmesi gereken önemli bir takım anatomik özellikler ortaya konmuştur. Bu tür çalışmalarda referans olarak kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

1. Dyce KM, Sack WO and Wensing CJG. Textbook of Veterinary Anatomy. 3rd edition, Saunders, Philadelphia, 2002; p.174-184.
2. Dursun N. Veteriner Anatomi II. 11. Baskı. Ankara: Medisan Yayınevi, 1996; p.128-163.
3. König HE, Liebich H-G. Veterinary Anatomy of Domestic Mammals. Third Edition. Stuttgart : Schattauer, 2007; p.391-405.
4. Yokota E, Kawashima T, Ohkubo F, Sasaki H. Comparative anatomical study of the kidney position in amniotes using the origin of the renal artery as a landmark. Folia Anat Jpn, 2005; 8: 135-142.
5. Alan A, Nur IH, Düzler A. *Balb-c Deney Farelerinde Böbreklerin Anatomisi ve Arterial Vaskularizasyonu*. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2012; 9: 13-21.
6. Shively MJ, Stump JE. The systemic arterial pattern of the Guinea Pig: Abdomen. Anat Rec, 1975; 182: 355-66.
7. Çakır A. Yerli Kedi (*Felis domestica L.*) ve Beyaz Yeni Zelandalı Tavşanı'nın (*Oryctolagus cuniculus L.*) Aorta Abdominalis'i ve Verdiği Kollar Üzerinde Karşılaştırmalı

Anatomik Çalışmalar. Doktora Tezi. Ankara Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara-Türkiye, 1991.

8. Atalar Ö, Yılmaz S. Oklu kirpelerde arteria renalislerin makroanatomik olarak araştırılması. Fırat Üniv Sağ Bil Derg, 2004; 18: 51-3.
9. Ozudogru Z, Ozdemir D, Balkaya H. Arterial vascularization of rens in the Hasak sheep. Fırat Üniv. Sağlık Bil. Derg, 2017; 31: 169-172.
10. Özdemir D, Özüdoğru Z, Balkaya H. Arterial vascularization of rens in the Hasmer sheep. Atatürk Üniv Vet Fak Bil Derg, 2018; 13: 121-127.
11. Özüdoğru Z, Özdemir D, Can M, Aksoy G. Anadoludaki kızıl tilkinin (*Vulpes vulpes leinnoleus 1758*) arteria renalis'inin intrarenal segmentasyonu ve biometrik ölçümleri. Harran Vet Bil Derg, 2018; 7: 173-178.
12. Ozudogru Z, Ozdemir D. Intrarenal arterial patterns in the wolf. Vet Med, 2005; 50: 411-414.
13. Ozdemir D, Ozudogru Z, Malkoc I. Intrarenal segmentation of the renal arteries in the Kangal dog. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 2009; 15: 41-44.
14. Kürtül İ, Dursun N, Özcan S. Relation of arterial vascularization the kidney and the adrenal gland of the German shephert dogs. Istanbul Üniv Vet Fak Derg, 2002; 28: 65-71.

## İDİOPATİK GRANÜLAMATÖZ MASTİT VE STEROİD

Zeynep Şener Bahçe  
Özel Sultan Hastanesi, Diyarbakır

### Giriş

Granüloamatöz mastitler nadir görülen, kronik, inflamatuvar meme hastalıklarıdır. İdiopatik granüloamatöz mastit (İGM) tanısı ancak klinik, mikrobiyolojik, immünolojik, histopatolojik ve radyolojik incelemelerle spesifik granüloamatöz mastit tanıları ekarte edildikten sonra konabilir.

### Materyal Metod

İlimizde Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi ve Özel Sultan Hastanesinde Ocak 2015- Aralık 2019 yılları arasında İGM tanısı almış 30 kadın hastanın verileri retrospektif olarak incelendi. Hastaların demografik verileri, semptom ve muayene bulguları, doğum emzirme, sigara kullanımı, görüntüleme teknikleri, tanı ve tedavi yöntemleri, nüks ve takip süreleri değerlendirildi.

### Bulgular

Söz konusu tarihler aralığında takip edilen 30 hastanın yaş ortalaması 38.25 yıl (min:24-max:45) idi. 24 (%80) hasta memede ele gelen kitle ile başvurmuştu. Ağrı ve kızarıklık semptomlarının birlikte görüldüğü hasta sayısı 6 (%20) idi. Kitle mevcut olan hastaların 4'ünde (%13) fistül ağzı mevcuttu. İki hastada İGM tanısını dış merkezde almıştı. 6 hastada sol memede, 24 hastada sağ meme İGM görüldü. Bilateral İGM hiçbir hastada saptanmadı. İki hastada sigara kullanımı mevcuttu. Ayrıca hastaların tamamı doğum öyküsü mevcuttu. Süt veren 2 hasta mevcuttu. Olguların tamamına meme ultrasonografi bakılmış olup 6 olguya meme manyetik rezonans görüntülemesinde yapılmıştı. Sonografik olarak en çok görülen bulgu apse ve kitle formasyonu idi. Ultrasonda 10 hastada aksiller lenf nodlarına rastlanmıştı. Hastaların 14'ünde Tru-cut biyopsisi yapıldı. 16 tanesine ise apse drenajı ve insizyonel biyopsi uygulanmıştı. İGM tanısı patolojik olarak doğrulanana hastalara oral metil prednizolon, kalsiyum ve proton pompa inhibitörü başlanıp ve aylık takibe alındılar. Prednizolon tedavisi günlük 48 mg ile başlanıp, ilaç dozu 2 haftada bir 8 mg azaltıldı, son iki hafta gün aşırı 8 mg kullanılarak tedavi 14 haftaya tamamlandı. 2 hastada 14 haftalık tedavi ile yanıt alınmadı. Her iki hastanın da sigara içen olgular olduğu tespit edildi ve cerrahi tedavi önerildi, ancak kabul etmemeleri üzerine 14 hafta daha steroid tedavisine başlandı. Hala iki hastada remisyon henüz sağlanamadı. Geri kalan 28 hastada 14 haftalık tedavi ile remisyon sağlandı.

### Tartışma

İGM, nadir görülen ve meme kanseri ile ayırımında güçlükler yaşanan kronik inflamatuvar bir meme hastalığıdır. Sıklıkla genç orta yaşlarda ve doğumdan sonraki ilk birkaç yıl içinde görülür. Otoimmün hastalıklar, oral kontraseptif kullanımı, enfeksiyöz etkenler, hormonal düzensizlikler, hiperprolaktinemi gibi çeşitli faktörler etyolojide suçlanmasına rağmen kesin nedeni bilinmemektedir. Gebelikte, laktasyon döneminde veya doğumdan sonraki ilk birkaç yıl içinde daha sık görülmesi hormonal düzensizliklerle ilgili hipotezlerin oluşmasına neden olmuştur. Bizim araştırmamızda da ele alınan olguların tamamı doğum yapmıştı, 2 hasta süt

vermekte idi ancak gebe hastamız bulunmamakta idi. İGM, her iki memede eşit sıklıkta ve bilateral olabileceğini bildiren yazılar mevcut olmasına karşın bizim hastalarımızda % 80 oranında sağ memede daha sık görüldüğü saptandı. İGM hastaları kızarıklık, sıcaklık artışı, hassasiyet gibi kısa süre içinde gelişen ve akut enflamasyonu düşündürebilecek bulgularla hastaneye başvurabilecekleri gibi memede apse, meme cildinde ülserasyon, fistül, meme başı çekilmesi, meme başı akıntısı gibi meme kanserini düşündürebilecek bulgular başvurabilirler. Bizim olgularımızın % 80'i de ele gelen kitle nedeni ile polikliniğe başvurmuştu. İMG'de aksillada nadiren reaktif lenf nodları saptanabilir. Bizim olgularımıza yapılan ultrasonografik incelemelerde % 33 oranında aksiller lenf nodları saptanmıştı. İGM'nin tedavisi konusunda ortak bir fikir birliği henüz geliştirilememiştir. Cerrahi olarak lezyonların tümünün çıkarılmasını savunan yazarlar olmasına karşın otoimmün hastalık olabileceği hipotezi nedeni ile steroid tedavisiyle remisyon sağlandığını belirten yazılarda mevcuttur. Bizim çalışmamızda ele alınan hastaların sadece 16 tanesine apse drenajı uygulandı ve enflamasyon alandan insizyonel biyopsiler alındı. Patolojik olarak İGM tanısı doğrulandıktan sonra tüm olgulara 14 haftalık steroid tedavisi uygulandı. Tedavi sonrası 28 hastada remisyon sağlandı. Remisyon sağlanamayan 2 hastaya cerrahi tedavi önerildi ancak kabul etmedikleri ve 2. defa steroid tedavisi başlandı buna rağmen remisyon sağlanamadı.

### **Sonuç**

Granülomatöz mastit; klinik olarak meme kanseriyle karışabilen idiyopatik bir meme hastalığıdır. Radyolojik olarak da spesifik bir bulgusu olmaması nedeni ile memede enflamasyona neden olan tüm durumlarda doku örnekleri alınması gerekmektedir. Steroid tedavisi ile remisyonların sağlanabileceği ancak yanıt alınamayan durumlarda geniş cerrahi yaklaşımların gerekebileceği akılda tutulmalıdır.

### **Anahtar Kelimeler**

Mastit, Steroid, Cerrahi

**KLİNİĞİMİZDE SON 1 YIL İÇERİSİNDE KOLONOSKOPİ YAPILAN  
HASTALARIN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE MALİGNİTE GÖRÜLME  
SIKLIĞI**

**Esra DIŞCI, Erdem KARADENİZ**

**Amaç:** Kolorektal kanserler dünyada ve ülkemizde 3. en sık görülen kanserlerdir alt gastrointestinal sistemin mukozal patolojilerinin teşhisinde ve tedavisinde endoskopik inceleme altın standart olup, yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmadaki amacımız kliniğimizde son 1 yıl içerisinde kolonoskopi yapılan hastalarda malignite sıklığını araştırmak idi.

**Meteryal method:** Atatürk Üniversitesi Genel Cerrahi Anabilim Dalı Endoskopi Ünitesinde ocak 2018 ile ocak 2019 tarihleri arasında kolonoskopi işlemi yapılan hasta kayıtları retrospektif olarak incelendi. Hastaların yaş, cinsiyet, başvuru şikayetleri, endoskopi sonuçları, endoskopi sırasındaki girişimsel işlemler ve patoloji raporları kaydedildi.

**Bulgular:** Hastaların yaş ortalaması 50 (14-97) idi. Toplam 1369 hastanın 654'ü (%47,8) kadın 715' i (%52,2) erkek idi. Hastaların 853' ünde (%62,3) konstipasyon, makattan kan gelmesi 672 (%49,1), karın ağrısı 380 (%27,8), taramalarda gaytada gizli kan pozitifliği 273 (%19,9), ailede kolon kanseri öyküsü 85 (%6,2), tenezm 52 (%3,8) idi. Kolonoskopi sonuçlarına göre 650 (%47,5) hastada normal bulgular, 300 (21,9) hastada hemoridal hastalık, 217 (%15,9) hastada polip, 105 (%7,7) Malign görünümlü kitle lezyon, 54 (%3,9) divertiküler hastalık, 27 hastada kolit (%2), 15 (%1,1) hasatada intraluminal kan mevcuttu. 210 hastaya polipektomi yapıldı. Polipektomi yapılan hastaların patoloji sonucu 113 hastada hiperplastik polip, 41 tubuler adenom, 26 tubulovillöz adenom, 15 hastada villöz adenom, 15 hastada adeno kanser olarak rapor edildi. 139 hastadan biopsi alındı. Biopis yapılan hastaların patoloji sonuçları, 93 hastada adeno kanser, 27 hastada kolit, 7 hastada enflamatuvar polip, 5 hastada tubuler adenom zemininde low- grade displazi, 3 tubulo villöz adenom zemininde hig grade displazi, 3 hastada musinöz adeno kanser, 1 hastada malign epitelyal tümör olarak rapor edildi. Kolonokopi yapılan 1369 hasta içinde malignite görülen hasta sayısı 112 (%8,2) idi.

**Sonuç:** Kolonoskopi serilerinde kliniğimizde malignite oranları %8,2 gibi azınsanmayacak düzeydedir. Hastaların kolonoskopinin gerekliliği konusunda bilgilendirilmesi ve kolonoskopi yaptırılmaya teşvik edilmesi, kolon maligniyelerinin erken tanı ve prognozda iyileşme sağlayabilir.



OVERVIEW OF THE USE OF ADVANCED RADIATION TECHNOLOGIES IN  
MEDICAL APPLICATION

Sibel KARACA<sup>1</sup>, Timur KOCA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Erzurum Regional Training and Research Hospital, Erzurum, Turkey,

<sup>2</sup>Akdeniz University, Radiation Oncology Department, Antalya, Turkey,

ABSTRACT

Radiation is naturally present in the world and is often used in man-made. After the discovery of x-ray and radioactivity, radiation takes a big place in many sectors. Radiation makes life easier with its technical advantages. At the beginning of 1900, advanced radiation technologies began to spread rapidly and effectively applied to many health areas. Health institutions are using a variety of radiation to diagnose, monitor and treat a wide assortment of metabolic processes and medical conditions in humans. The use of x-rays, which is a kind of radiation that can pass through the skin, is very common for imaging in health procedures. Ionizing radiation which is a high energy type of radiation is used in treatment applications. Radiation has the ability to kill cancerous tissue, reduce the size of the tumor or reduce pain. Each year in the world, there are roughly millions of new cases for imaging or treatment with radiation (3,600 million X-ray examinations, 37 million nuclear drug procedures, 7, 5 million radiotherapy treatments). With the development of technology, more powerful computers and software have been used in radiation imaging and treatment methods. As a result, radiation can save thousands of lives through diagnosis and treatment but may lead to low-dose radiation exposure for patients and health workers. In the future, these imaging or treatment applications are expected to multiply exponentially. Therefore, it is considered that much more new radiation protection systems will be developed to protect patients and health workers from extra radiation.

**Keywords:** *Radiation, technology, medical application*

ÖZET

Radyasyon dünya yüzeyinde doğal olarak bulunmakta ve insan yapımı olarak sıklıkla kullanılmaktadır. X-ışını ve radyoaktivitenin keşfedilmesinden sonra radyasyon birçok sektörde önemli bir yer elde etmiştir. Radyasyon sağladığı teknik avantajları ile hayatı kolaylaştırmaktadır. Gelişmiş radyasyon teknolojileri 1900 yılının başlarında hızla ve etkili bir şekilde birçok sağlık alanında uygulanmaya başlanmıştır. Sağlık kurumları, çeşitli hastalıkları teşhis etmek, izlemek ve tedavi etmek için radyasyonu kullanmaktadır. Sağlık prosedürlerinde görüntü elde edilmesinde cildin içinden geçebilecek bir tür radyasyon olan x-ışınlarının kullanılması çok yaygındır. Tedavi uygulamalarında yüksek enerjili bir radyasyon tipi olan iyonlaştırıcı radyasyon kullanılmaktadır. Radyasyon; kanserli dokuyu öldürme, tümörün boyutunu azaltma veya ağrıyı azaltma yeteneğine sahiptir. Dünya genelinde her yıl radyasyonla tedavi edilen ve görüntüleme yapılan milyonlarca yeni vaka vardır (3.600 milyon X-ışını muayenesi, 37 milyon nükleer ilaç prosedürü, 7, 5 milyon radyoterapi tedavisi) Teknolojinin gelişmesiyle radyasyon ile görüntüleme ve tedavi yöntemlerinde daha güçlü bilgisayarlar ve yazılımlar kullanılmaya başlanmıştır. Sonuç olarak, radyasyon teşhis ve tedavi yoluyla binlerce can kurtarabilir ancak bu durum hastalar ve sağlık çalışanlarının düşük doz radyasyona maruz kalmasına neden olabilir. Gelecekte radyasyon kullanılarak gerçekleştirilen görüntüleme veya tedavi uygulamalarının katlanarak artması beklenmektedir. Bu nedenle, hastaları ve sağlık çalışanlarını ekstra radyasyondan korumak için daha yeni radyasyon koruma sistemlerinin geliştirileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Radyasyon, teknoloji, tıbbi uygulama*

## 1. INTRODUCTION

Radiation is simply the process of transporting energy from one point to another. Radiation can also be defined as energy that is transmitted by unstable atoms, which can pass through matter and space (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu [TAEK], 2019). Natural radiation occurs without the contribution of humans. It comes from the world's own structure; the atmosphere and space where the sun takes place (Coskun, 2011). Natural radiation comes from many sources including more than 60 naturally-occurring radioactive materials found in soil, water, and air. Radon, a naturally-occurring gas, emanates from rock and soil and is the main source of natural radiation. Every day, people breathe and take radionuclides from the air, food and water (WHO, 2016).

Artificial radiation originates from radiation sources that produced by man-made tools, equipment and systems (Daşdağ, 2010). There are two types of radiation according to the interaction with the matter: ionizing and nonionizing radiation. Ionization may occur in any matter that interacts with radiation, and also may occur in humans and in all living cells. Mainly five types of ionizing radiation can be mentioned. These are alpha particles, beta particles, x-rays, gamma rays and neutrons (Güngör, 1991). Non-ionizing radiations are not strong enough to interact with the atom. The interaction they cause in orbit of atoms does not cause a great harm to the organism (Değerliler, 2007). Some examples of non-ionizing radiation include visible rays, microwaves, radio waves, infrared radiation types, laser beams and ultraviolet rays (Daşdağ, 2010).

After the discovery of X-rays by Roentgen in 1895, the radioactivity by Becquerel in 1896 and the discovery of radiation by Piere and Marie Curie in 1902, radiation was used rapidly in the health sector, industry, agriculture and many other areas. Humans are exposed to various types of occupational ionizing radiation in several areas of work, such as industry, medicine, education, research and atomic energy and fuel production (Zeyrek, 2013).

Currently, in medical usage man-made sources of radiation constitutes more than 99.9% of the Worlds population radiation exposure (UNESCEAR, 2008). Today, many sources of radiation such as X-ray machines, linear accelerators and radionuclide's are used in clinical and research applications. Such beneficial uses may at times create potentially hazardous situations for personnel who work within the hospital (Stanford, 2010). The medical usage of radiation has been increased dramatically over the past decade (Bindman et al., 2008; Mettler et al., 2009). Every year in the worldwide more than 3,600 million X-ray examinations and 37 million nuclear medicine procedures are carried out, and 7.5 million radiation treatments are given (UNSCEAR, 2008). New imaging and treatment methods have been developed to provide superior service. However, the widespread use of radiation in today's technology has also increased radiation exposure. This paper presents an overview of the advanced radiation technologies in medical applications.

## 2. NEW TECNOLOGIES IN MEDICAL RADIATION

Ionizing or non-ionizing radiation is increasingly used in medical imaging and treatment procedures. Diagnosis and treatment of diseases are facilitated by the use of medical radiation.

### 2.1. Diagnostic X-Ray Applications

X-rays are a type of ionizing radiation that can pass through the skin. When X - rays reach the skin, a portion of the photons interact with the body atoms, and a part of it does not interact with the body atoms and directly reaches to a device (Putman and Ravin, 1994). In this way, x-ray image occurs. Nowadays, conventional X-ray techniques have been replaced by digital options. Digital roentgen technology is an advantageous application due to the need to eliminate film requirements, prevent film repetitions, avoid dark rooms, baths, and chemicals, and achieve lower doses of image. In addition, it provides easy archiving and transferring

images to the electronic data network (Oyar, 2017). Advanced technology provides dose reductions for interventional techniques. Owing to the next-generation CT device, faster, sharper, fewer dose images are obtained with multi-part and non-artificial images. A full 3D image was obtained with a cone beam CT. In addition, a x-ray technique called tomosynthesis similar to CT was started to use in mammography devices (Stam and Bijwaard, 2011).

## **2.2.Nuclear Medicine**

Nuclear medicine involves the administration of unsealed radioactive pharmaceuticals for either diagnostic or therapeutic purposes (Holmberga et al., 2010). With developing technology, a new Positron Emission Tomography (PET), Gamma Camera Imaging devices and Radiopharmaceuticals are used for imaging (Hosseinimeh, 2009).

New devices and technological developments, enabled centers to produce their own radiopharmaceuticals, while the spectrum of molecules that can be used for diagnosis and treatment has been expanded. Thus, it became possible to view new molecular processes with more specific, more sensitive radiopharmaceuticals. By the way, new hardware and software increased the speed, resolution, and sensitivity of the imaging (Güner et al., 2018).

## **2.3.Radiotherapy**

Radiation therapy involves the use of external radiation to treat cancer or the internal placement of closed radioactive sources (brachytherapy) (Holmberga, 2010). High-energy radiation damages cells (deoxyribonucleic acid, DNA) and inhibits cell division and further proliferation (Jacson and Bartek, 2009).

In the last decade, many advanced radiotherapeutic technologies have been introduced, and their use has contributed to a reduction in both treatment-related complication rates and improvement in the quality of life of patients after cancer treatment (Shikama et al., 2014). Technological developments are reflected in RT as in many other areas. In recent years; rapid developments in the field of RT are parallel to developments in technology. The development of the new devices is directly reflected in the treatment techniques and planning systems. In this way, the basic principle of RT (reduce the radiation dose in normal tissues while increasing the dose of the tumor and achieve a high accuracy rate)is provided better (Atalar 2010, Akyürek 2012 ). Over time, traditional RT techniques were replaced with conformal, intensity modulated RT (IMRT) and image-guided RT (IGRT) techniques. Recently new brachytherapy techniques and Gamma Knife, Cyberknife, Tomotherapy, Proton therapy devices have been used as a new technology of RT.

## **2.4. Non-Ionizing Medical Radiation Devices**

Medical applications that use non-ionizing radiation can be divided into sources of electromagnetic fields, infrared radiation, visible light, and ultraviolet radiation. Ultrasound (US) and Magnetic resonance imaging (MRI) has usually been applied to aid diagnosis and plan subsequent treatments (Stam and Bijwaard, 2011). MRI provides very good imaging for soft tissues. The US provides simultaneous viewing.

## **3. RISKS OF MEDICAL RADIATION**

People perceive different types of radiation risks in very different ways (Slovic, 2012). People take low doses of ionizing radiation from space, from the air and from rocks, and earth (Reed, 2011). People who are going to be hospitalized to hospitals can be exposed to extra doses during diagnosis and treatment. In hospitals, exposure to radiation is the most common among healthcare workers working in the departments of radiology, radiation oncology, nuclear medicine, and invasive cardiology (Kurtul S and Kurtul N, 2018). Also, humans exposed to non-ionizing radiation in daily life (Fig.1.). The harmful effects of non-ionizing radiation are

of three main types: photochemical (sunburn or snow blindness), thermal, and electrical (Theodore et al., 2014).

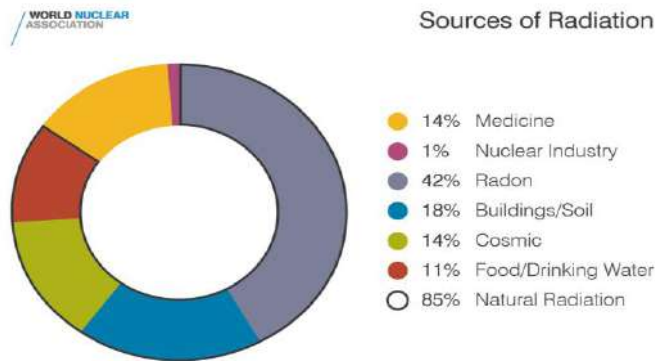


Figure 1. Chart showing the sources of radiation exposure World Nuclear Association Image Library (2016), Available: <http://www.world-nuclear.org/gallery/charts/sources-of-radiation.aspx>

The health effects of radiation occur at certain times and in various ways depending on the dose and characteristics of the irradiated parts of the body. It is well known that even very low radiation doses are carcinogenic and are harmful to skin, eyes, gonads and blood cells (Jablon and Bailar, 1980). The effects of chronic or intermittent radiation exposure at low doses over a long period of time may occur many years later.

CT and nuclear medicine examinations offer ionizing radiation at doses much higher than conventional radiographs (Miglioretti et al., 2013). Radiation can damage the living tissue by changing cellular structure and damaging an organism's DNA. Each year in the world, there are roughly millions of new cases for imaging or treatment with radiation (3,600 million X-ray examinations, 37 million nuclear drug procedures, 7,5 million RT) (Kanagaraj et al., 2015; Kleiman et al., 2012). Epidemiological evidence correlates the development of radiation-induced cancers with exposure to radiation levels in this range. X-ray radiation has dose-dependent and non-dependent adverse effects. The increase in the number of radiological examinations increases the risk of cancer (Picano, 2004). If imaging persists at present rates, it is estimated that 2% of future cancers will result from current imaging use (Branner 2007, Berrington et al., 2009). David Brenner, one-third of CT scans are unnecessary and the overuse of these tests suggests that in the years to come, radiation exposure may increase the risk of total cancer death (Branner 2007).

#### 4. PROTECTION FROM MEDICAL RADIATION

The widespread and unrestricted use of x-rays and other radiation technologies in the early years caused serious injuries. Thus, the importance of radiation protection has come to the agenda. Three basic principles were first adopted in radiation protection: time, distance, and shielding. In 1928, official recommendations for the protection of radiation workers, including moving away from x-ray rays, limiting working hours and radiation holidays were published. Then, the principles of rationale, optimization and application of dose limits were given importance (Timins, 2011). All of these led to the development of radiation protection procedures. Today, international organizations that are active in radiation protection include the International Atomic Energy Agency (IAEA), the Occupational Safety and Health (OSH), the International Commission on Radiological Protection (ICRP) and the United Nations Scientific Committee on the Atomic Radiation (UNSCEAR).

The aim of the radiation protection system is to protect the radiation officers, the public and the environment from the harmful effects of radiation. The important issue in radiation protection is that no one is exposed to unwanted radiation risk, including future generations.

## 5. RESULT

With the advancing technology, the use of radiation in medicine has increased dramatically over the past two decades. Advances in radiation-based treatment, diagnostic and interventional procedures provide a huge benefit for patients. However, exposed low-dose radiation effects are not negligible for patients and health workers. Therefore, attention should be paid to the risk/benefit equation.

Millions of diagnoses and treatments use radiation every year. This rate increases with each passing year. In the use of radiation dose limits determined by international organizations should not be exceeded. It is thought that newer radiation protection systems will be developed in order to protect patients and health workers from extra radiation in the future.

## REFERENCES

Akyürek, S. 2012. Radyoterapide Güncel Gelişmeler. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, 65 (1).

Atalar, B. and Özyar, E. (2010). 2010 Radyoterapide Teknik Gelişmeler ve IGRT (Görüntü Kılavuzluğunda Radyoterapi). Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1 ,57-61.

Berrington de Gonzalez, A., Mahesh., M., Kim, KP., et al. 2009. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. Arch Intern Med. 14, 169(22), 2071–2077.

Bindman, RS. , Miglioretti, DL and Larson, EB. 2008. Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. Health Affairs, 27 ( 6 ), 1491–1502.

Brenner, DJ., and Hall, EJ. 2007. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. N Engl J Med, 29, 357(22), 2277–2284.

Coşkun, Ö. 2011. İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi, 1, ( 2), 13-17.

Daşdağ S. (2010). İyonlaştırıcı radyasyonlar ve kanser. Dicle medical journal, 37, (2), 177-185.

Değerliler, M. 2007. Adana İli ve Çevresinin Çevresel Doğal Radyoaktivitesinin Saptanması ve Doğal Radyasyonların Yıllık Etkin Doz Eşdeğerinin Bulunması. PHD. Theses. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Güner, L., Ünal, K., Vardareli, E. 2018. Technological Advancements in Nuclear Medicine and Molecular Imaging. Eur Arch Med Res, 34(1), 25-29.

Güngör, N. (1991). Sağlık Fiziği. İstanbul: İ.T.Ü. Matbaası.

Holmberg, O., Czarwinski, R., Mettler, F. 2010. The importance and unique aspects of radiation protection in medicine. European Journal of Radiology, 76, 6–10.

Hosseinimehr, SJ. 2009. Potential utility of radioprotective agents in the practice of nuclear medicine. *Cancer Biother Radiopharm*, 24(6), 723-31.

Jablon S, Bailar, JC. 1980. The contribution of ionizing radiation to cancer mortality in the United States. *Prev Med*, 9(2):219–26.

Jackson, SP., and Bartek J, 2009. The DNA-damage response in human biology and disease. *Nature*, 461, 1071-1078.

Kanagaraj, K., Basheerudeen A.S., Selvan TG., et al., 2015. Assessment of dose and DNA damages in individuals exposed to low dose and low dose rate ionizing radiations during computed tomography imaging. *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* 789–790,1-6.  
Kleiman, NJ., Macvittie, TJ., Aleman, BM., et al. 2012. ICRP publication 118: ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiation in normal tissues and organs: Threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. *Am. IRCP*, 41(1-2), 1–322.

Kurtul, S., and Kurtul, N. 2018. The level of knowledge about radiation safety and the frequency of the use of protective equipment among healthcare workers exposed to radiation in different units. *Turk J Oncol*, 33(3), 102–7.

Mettler, FA., Bhargavan, M., Faulkner, K., et al. 2009. Radiologic and nuclear medicine studies in the United States and worldwide: frequency, radiation dose, and comparison with other sources 1950–2007. *Radiology*, 253(2), 520–31.

Miglioretti, DL., Johnson, E., Williams, A. et al., 2013. The use of computedtomography in pediatrics and the associated radiation exposure andestimated cancer risk, *JAMA pediatri*, 167, 700–707.

Oyar, O. 2017. Dijital Radyografi. *Trd Sem* , 5: 23-36.

Putman, CE, and Ravin CE. 1994. *Textbook of Diagnostic Imaging*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Reed, AB.2011. The history of radiation use in medicine. *J Vasc. Surg*, 53(1 Suppl):3S–5S.

Shikama, N., Tsujino, K., Nakamura, K., et al. 2014. Survey of advanced radiation technologies used at designated cancer care hospitals in Japan. *Jpn J Clin Oncol*, 44, 72-77.

Slovic, P. 2012. The perception gap: Radiation and risk, *Paul Slovic Bulletin of the Atomic Scientists*, 68(3), 67–75.

Stam, R. and Bijwaard, H. 2011. Recent developments in medical techniques involving ionising or non-ionising radiation. Publication: National Institute for Public Health and the Environment.

Stanford University. 2016. Radiation Protection Guidance for Hospital Staff. Prepared for Stanford Hospital and Clinics, Lucile Packard Children's Hospital and Veterans Affairs Palo Alto Health Care System December 2010 Last revision November 22; 2016.

TAEK. 2019. Radyasyon ve Biz. Available: [http://www.taek.gov.tr/ogrenci/bolum4\\_04.html](http://www.taek.gov.tr/ogrenci/bolum4_04.html)

Picano, E. 2004. Sustainability of medical imaging. *BMJ*, 328, 578-580.

Theodore, H., Tulchinsky, MD., MPH, Elena A. , Varavikova, MD.2014. Environmental and Occupational Health *The New Public Health* (Third Edition).

Timins, JK. 2011. Communication of benefits and risks of medical radiation: A historical perspective. Health Phys, 101(5), 562–565.

UNSCEAR (2008). (United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation). Sources and effects of ionizing radiation. United Nations, New York.

WHO (2016). Ionizing radiation, health effects and protective measures; Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-health-effects-and-protective-measures> .

Zeyrek, CT. (2013). The Concepts for Safety and Protection in Applications of Ionizing Radiation. Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science, 17(3),1–9.

**KÜLTÜRE ALINMIŞ İNSAN LENFOSİTLERİNDE PERMETRİN  
GENOTOKSİTESİNE KARŞI KORUYUCU BİR YAKLAŞIM: *PORTULACA  
OLERACEA L.***

**Dr. Halit Kızılet<sup>1</sup>, Prof. Dr. Handan Uysal**<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Bölümü, Erzurum

<sup>2\*</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzurum

**ÖZET**

Pestisitler, zararlı organizmaları engellemek, zararlarını azaltmak veya kontrol altına almak amacıyla kullanılan bileşiklerdir. İnsektisitler de pestisitlerin bir alt grubudur. İnsektisitler bitkileri korumak, parazitleri öldürmek, evlerde ve depolarda böcek kontrolü için kullanılmaktadır. Permetrin de (PER) bu amaçlarla kullanılan bir insektisittir. Bu çalışmada tarımda, hayvan ve insan sağlığında yoğun olarak kullanılan PER'in genotoksik etkileri *in vitro* kardeş kromatid değişim (KKD) testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca semiz otunun (*Portulaca oleracea L.*) su (PO<sub>su</sub>) ve metanol (PO<sub>met</sub>) ekstraktları PER'e karşı antigenotoksik ajan olarak kullanılmıştır. Bu amaçla PER'in farklı konsantrasyonları (50, 100, 250 ve 500 ppm) periferik kan kültürlerine ilave edilmiştir. Distile su ve dimetil sülfoksit (DMSO: PER'in çözücüsü)'de kontrol grubu olarak kullanılmıştır. 72 saat inkübasyona bırakılan kültürlerden yayma preparatlar hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, distile su ve DMSO kontrol grupları arasında KKD bakımından herhangi bir fark gözlenmemiştir (P>0,05). Ancak PER uygulama gruplarının hepsinde KKD frekansı artış göstermiştir (P<0,05). Bu sonuç genetik materyalde oluşan hasarın bir göstergesidir. Çalışmamızın ikinci kısmında da KKD frekansının en yüksek olduğu 500ppm PER uygulama grubuna PO<sub>su</sub> ve PO<sub>met</sub> (1:1v/v) ayrı ayrı eklenmiş ve her iki ekstraktında KKD frekansını azalttığı gözlenmiştir (P<0,05). Bu sonuca göre de semiz otu kuvvetli bir antigenotoksik ajan olarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Permetrin, kardeş kromatid değişim testi, Portulaca oleracea*

**A PROTECTIVE APPROACH TO PERMETHRIN GENOTOXICITY IN  
CULTURED HUMAN LYMPHOCYTES: *PORTULACA OLERACEA L.***

**Dr. Halit Kızılet<sup>1</sup>, Prof. Dr. Handan Uysal**<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Erzurum Regional Training and Research Hospital, Department of Cardiology, Erzurum

<sup>2\*</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Atatürk University, Erzurum

[halitkizilet@gmail.com](mailto:halitkizilet@gmail.com), corresponding author: [hauysal@atauni.edu.tr](mailto:hauysal@atauni.edu.tr)

**ABSTRACT**

Pesticides are compounds that are used to prevent harmful organisms, to reduce or control their damage. Insecticides are also a subgroup of pesticides. Insecticides are used to protect



plants, to kill parasites, to control insects in homes and warehouses. Permethrin is an insecticide used for these purposes. In this study, genotoxic effects of PER, which are used extensively in agriculture, animal and human health, were evaluated by *in vitro* sister chromatid exchange test (SCE). In addition, water (PO<sub>wtr</sub>) and methanol (PO<sub>met</sub>) extracts of the purslane (*Portulaca oleracea* L.) was also used as an antigenotoxic agent against PER. For this purpose, different concentrations of PER (50,100, 250 and 500 ppm) were added to the peripheral blood cultures. Distilled water and dimethyl sulfoxide (DMSO: PER's solvent) were used as the control group. Smears were prepared from the cultures left to incubate for 72 hours. According to the results, there was no difference in terms of SCE between distilled water and DMSO control groups ( $P>0.05$ ). However, SCE frequency increased in all of the PER treatment groups ( $P<0.05$ ). This result is an indicator of damage to the genetic material. In the second part of our study, PO<sub>wtr</sub> and PO<sub>met</sub> (1:1v/v) were separately added to the 500ppm PER application group where the frequency of SCE was highest and both extracts showed that the frequency of SCE decreased. According to this result, purslane has been evaluated as a strong antigenotoxic agent.

**Key words:** *Permethrin, sister chromatid exchange, Portulaca oleracea*

## 1.GİRİŞ

Zararlı canlıların kontrolünü sağlayan pestisitlerin bir alt grubu olan insektisitler, tarımsal üretimde, ürünlerin saklandığı depolarda, evlerde zararlı böceklerin öldürülmesi ya da çoğalmalarının durdurulması amacıyla kullanılan kimyasal bileşiklerdir. Ancak insektisitler sadece hedef organizmaları öldürmez, omurgalı ve omurgasız diğer canlıları da etkilerler (Sayılı ve Akman 1994). Bu nedenle insektisitlerin yaygın kullanımı ve doz aşımı insan ve çevre için büyük risk taşımaktadır. (Cantelli-Forti *et al.* 1993). İçerdikleri organik bileşiklere göre, organoklorlular, organofosfatlar, karbamatlar, piretroidler ve neonikotinoidler olarak sınıflandırılırlar. Bu çalışmada genotoksitesini belirlemek için kullandığımız permetrin (PER) bir çeşit piretroiddir. Piretroidler krizantem çiçekleri (*Chrysanthemum cinerariaefolium* ve *C. coccineum*) tarafından üretilen ve doğal piretrinlere benzeyen organik kimyasallardır. Hedef organizma olan böceklere karşı çok toksik, kuşlar ve memelilere karşı daha az toksik olmaları nedeniyle kullanım alanlarında sıklıkla tercih edilmektedirler (Mazmancı vd 2008). Çoğunlukla ev zararlılarının kontrolü için aerosol ve sinek kovar şeklinde kullanılmaları nedeniyle insanların bu insektisitlere maruz kalması kaçınılmazdır (Mercan 2007). Ancak günümüzde bu tip toksikantların sebep olabileceği zehirlenmelere karşı ve farklı hastalıkların tedavisi için fitoterapi ya da alternatif tıp, farmakognozi bilim dalı ile ortak çalışmalar yapmaktadır. Yapılan çeşitli çalışmalar, bitkisel kaynaklı doğal bileşiklerin oksidatif stresin neden olduğu genotoksitesine karşı koruyucu aktivite sergilediğini göstermiştir (Plazar *et al.* 2008). Öyle ki, oksidatif stres ile uyarılan DNA hasarı, kanser ve yaşlanma da dâhil olmak üzere çeşitli hastalıklar ve patolojik durumlara sebebiyet verebilmektedir (Soltani *et al.* 2009). Bu çalışmada özellikle tarımsal zararlılara karşı yoğun olarak kullanılan PER'in genotoksik

etkileri *in vitro* kardeş kromatid değişim (KKD) testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca semiz otunun (*Portulaca oleracea* L.) su ( $PO_{su}$ ) ve metanol ( $PO_{met}$ ) ekstraktları PER'e karşı antijenotoksik ajan olarak kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

KKD testi için, yapılan ön denemeler ile PER uygulama konsantrasyonları 50, 100, 250 ve 500 ppm olarak belirlenmiştir. Uygulama grupları dışında distile su ve PER'in çözücüsü olan DMSO ile negatif, mutajenik etkisi iyi bilinen etil metansülfonat (EMS) ile de pozitif kontrol grupları hazırlanmıştır. 4 farklı donörden alınan insan periferel kanı ile hücre kültürleri ve yayma preparatlar hazırlanarak (Rooney and Czepulkowski, 1986) ışık mikroskopunda immersiyon objektifi ile incelenmiştir (10x100). KKD sayısı, her donörün kan kültürüne ait preparatlardan ikinci mitozu geçiren 25 metafaz plağında saptanmış ve ayrıca replikasyon indeksi (Rİ) hesaplanmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında ise PER'in en yüksek uygulama grubuna  $PO_{met}$  ve  $PO_{su}$  ekstraktları (1:1v/v) ayrı ayrı uygulanarak semiz otunun antijenotoksik etkisi de belirlenmiştir. Elde edilen KKD ve Rİ değerleriyle ilgili istatistiksel analizler için SPSS 13.0 programı, kontrol ve uygulama gruplarına ait verilerin karşılaştırılması için de tek değişkenli varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi kullanılmıştır.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Distile su ve DMSO için ortalama KKD değerleri sırasıyla  $3,60 \pm 0,02$ ,  $3,70 \pm 0,01$  olup aralarındaki fark istatistikî olarak önemsizdir ( $P > 0,05$ ). EMS için bu değer  $32,61 \pm 0,01$  olup, distile su ve DMSO'ya ait sonuçlar ile karşılaştırıldığında aradaki fark  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Distile su, DMSO ve EMS için hesaplanan Rİ değerleri ise sırasıyla  $2,41 \pm 0,03$ ,  $2,24 \pm 0,07$  ve  $2,01 \pm 0,07$ 'dir (Tablo 1). PER'in, dört farklı konsantrasyonda (50, 100, 250 ve 500 ppm) insan periferel lenfosit hücrelerine uygulaması sonucu elde edilen ortalama KKD değerleri de sırasıyla  $3,97 \pm 0,03$ ;  $4,56 \pm 0,02$ ;  $5,82 \pm 0,03$  ve  $6,15 \pm 0,02$  olarak tespit edilmiştir. Artan PER miktarına bağlı olarak KKD frekansının artışı pozitif korelasyonu göstermektedir. Bu da istatistiki olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. DMSO kontrol grubunda  $2,24 \pm 0,07$  olan Rİ değeri de PER uygulama gruplarında (50-500ppm)  $1,95 \pm 0,05$ 'den  $2,02 \pm 0,05$ 'e düzeyine kadar düşmüştür (Tablo 1).

$PER+PO_{met}/PO_{su}$  uygulaması sonucu elde edilen KKD/hücre oranları ise;  $PER+PO_{met}$  ve  $PER+PO_{su}$  için sırasıyla  $3,83 \pm 0,04$  ve  $3,80 \pm 0,06$ 'dır (Tablo 1). En yüksek PER uygulama grubu olan 500ppm de  $6,15 \pm 0,02$  olan KKD frekansı, bu uygulamalar ile önemli ölçüde gerilemiş ve genotoksik etki distile su ve DMSO uygulamalarına ait değerlere yaklaşmıştır ( $P < 0,05$ ). Rİ değerleri ise  $PER+PO_{met}$  ve  $PER+PO_{su}$  için sırasıyla  $1,95 \pm 0,05$ ;  $1,94 \pm 0,07$  olarak bulunmuştur. Uygulama ve kontrol gruplarına ait tüm sonuçlar, semiz otuna ait ekstraktların antijenotoksik potansiyelini göstermektedir.

**Tablo 1.** Permetrin uygulama gruplarına ait KKD ve Rİ değerlerinin istatistiksel analizi

Kontrol grupları		KKD/hücre (Ortalama)	Rİ
Distile su		3,60±0,02	2,41±0,03
DMSO (%2)		3,70±0,01	2,24±0,07
EMS (10mM)		32,61±0,01 *	2,01±0,07
PERMETRİN (ppm)	50	3,97±0,03 *	1,95±0,05
	100	4,56±0,02 *	1,88±0,07
	250	5,82±0,03 *	2,03±0,04
	500	6,15±0,02 *	2,02±0,05
	500 PER+PO <sub>met</sub> (1:1)	3,83±0,04**	1,95±0,05
	500 PER+PO <sub>su</sub> (1:1)	3,80±0,06**	1,94±0,07

\*DMSO'ya göre 0,05 düzeyinde önemli, \*\*kendi insektisit grubuna göre önemli.

#### 4.TARTIŞMA

Son 30 yıl içinde ülkemizde ve dünyada sıklıkla kullanılan insektisitlerden birisi olan PER'in insan periferal lenfositlerinde KKD frekansını önemli ölçüde artırarak DNA hasarlarına sebep olduğu ve Rİ'yi azalttığı, ayrıca PER+PO<sub>met</sub>/PO<sub>su</sub> uygulaması ile PER'e bağlı genotoksik etkinin önemli ölçüde giderilebildiği bu çalışmada gösterilmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada piretroid insektisitlerden sipermetrinin de insan periferal lenfositlerinde MN, KKD frekansını artırdığı ve kromozomal aberasyonlara neden olduğu belirlenmiştir (Kocaman ve Topaktas 2010). Sipermetrin, rat kemik iliği hücrelerinde de MN oluşumuna sebep olmuştur (Sankar *et al.* 2010). Yine piretroidlerden asefat ve metomil'in, *Myzus persicae* (yaprak biti)'nin ergin bireylerinde ömür uzunluğunu kısalttığı (Hsieh and Allen 1986), sipermetrinin *D.melanogaster*'de (Karataş and Bahçeci 2008), PER'in de zebra balıklarında toksik etkili olduğu bulunmuştur (Zhi-Yong *et al.* 2009). Bizim çalışmamızda gözlediğimiz genotoksik ve farklı çalışmalardaki toksik etkilerin kaynağı olarak oksidatif stres gösterilmektedir. Örneğin; Prasanthi and Rajini (2005), fenvaleratın erkek farelerde oksidatif hasara, Berköz vd (2010) de deltametrinin albino wistar sıçanlarında lipit peroksidasyonuna sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Son otuz yılda yapılan birçok çalışma, çeşitli fitokimyasallar içeren meyve ve sebzelerin, antikanserojenik ve antimutajenik aktivitelerinin değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Çeşitli araştırmacılar, bu şifalı bitkilerden birisi olan semizotunun vitamin ve mineral bakımından zengin olduğunu bildirmişlerdir (Dweek 2001; Simopoulos 2004). Behravan *et al.* (2011), insan lenfosit hücrelerinde çeşitli oksidatif ajanların neden olduğu DNA hasarlarını, semizotu su ekstraktı ile önemli ölçüde gidermişlerdir. Kasımoğlu and Uysal

(2014), sipermetrin ve fenvelerat insektisitlerinin insan periferal lenfositlerinde meydana getirdiği genotoksik etkinin *R. canina* (kuşburnu) su ve etanol ekstraktları ile Siddique *et al.* (2007), yine insan periferal lenfositlerinde sipratoren asetatın genotoksik etkisinin *Ocimum sanctum* (fesleğen) bitkisi ile giderildiğini bildirmişlerdir. İnsan periferal lenfosit hücreleriyle daha önce yapılan antigenotoksisite çalışmaları da elde ettiğimiz sonuçlarımızla son derece uyumludur. Bu çalışmada PER'in neden olduğu oksidatif stres kaynaklı DNA hasarları ve buna bağlı mutajenite, semizotu metanol (PO<sub>met</sub>) ve su (PO<sub>su</sub>) ekstraktlarıyla giderilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, semiz otunun antigenotoksik etkili olduğunun göstergesidir.

## KAYNAKLAR

- Behravan, J., Mosafa, F., Soudmand, N., Taghiabadi, E., Razavi, B.M. and Karimi, G., 2011. Protective effects of aqueous and ethanolic extracts of *Portulaca oleracea* L. aerial parts on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced DNA damage in lymphocytes by comet assay. *J. Acupunct. Meridian. Stud.*, 4 (3), 193-197.
- Berköz, M., Yalın, S., Çömelekoğlu, Ü., Mazmancı, B., Mazmancı, M. A., Ünyayar, A. ve Eroğlu, P., 2010. Deltamethrinin beyinde oluşturduğu oksidatif hasarın önlenmesinde *Funalia trogili*'nin rolü. *Mersin. Univ. Sağlık Bilim. Derg.*, 3(1), 1-8.
- Cantelli-Forti, G., Paolini, M. and Hrelia, P., 1993. Multiple end point procedure to evaluate risk from pesticides. *Environ. Health. Persp.*, 101(3), 15-20.
- Dweck, A.C., 2001. Purslane (*Portulaca oleracea*)—the global panacea. *Personal care magazine*, 2 (4), 7-15. <http://www.dweckdata.com/Published papers/Portulaca>
- Hsieh, C.Y. and Allen, W.W., 1986. Effects of insecticides on emergence, survival, longevity and fecundity of the parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) from mummified *Myzus persicae* (Homoptera:Aphididae). *J. Econ. Entomol.*, 79, 1599-1602.
- Karataş, A. and Bahçeci, Z., 2008. Effects of cypermethrin on some development stages of *Drosophila melanogaster*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 82, 738-742.
- Kasımoğlu, C. and Uysal, H., 2014. Mutagenic biomonitoring of pirethroid insecticides in human lymphocyte cultures: Use of micronuclei as biomarkers and recovery by *Rosa canina* extracts of mutagenic effects. *Pharmaceut. Biol.*, 53 (5), 625-629.
- Kocaman, A.Y. and Topaktaş, M., 2010. Genotoxic effects of a particular mixture of acetamiprid and  $\alpha$ -cypermethrin on chromosome aberration, sister chromatid exchange, and micronucleus formation in human peripheral blood lymphocytes. *Environ. Toxicol.*, 25, 157-168.
- Mazmancı, B., Tamer, L. ve Aşkın, A., 2008. Sıçanlarda lambda-cyhalothrin'in akut toksik etkisinin araştırılması. *Mersin. Univ. Sağlık Bilim. Derg.*, 1 (1), 15-9.
- Mercan, U., 2007. Bioallethrinlerin sağlık üzerine olumsuz etkileri. *Yyü. Vet. Fak. Derg.*, 18 (2), 73-78.
- Plazar, J., Filipic, M., and Groothuis, G.M., 2008. Antigenotoxic effect of xanthohumol in rat liver slices. *Toxicol. Vitro*, 22, 318-327.
- Prasanthi, K. and Rajini, P.S., 2005. Fenvalerate-induced oxidative damage in rat tissues and

- its attenuation by dietary sesame oil. Food. Chem. Toxicol., 43 (2), 299-306.
- Rooney, D.E. and Czepulkowski B.H., 1986. Human cytogenetics: a practical approach. IRL Press Oxford, pp 224, England.
- Sankar, P., Telang A.G., and Manimaran, A., 2010. Curcumin protects against cypermethrin-induced genotoxicity in rats. Environ. Toxicol. Pharmacol., 30, 289–291.
- Sayılı, M. ve Akman, Z., 1994. Tarımsal uygulamalar ve çevreye olan etkileri. Ekoloji, 12, 28-32.
- Siddique, Y., Ara, G., Beg, T. and Afzal, M., 2007. Anti-genotoxic effect of *Ocimum sanctum* L. extract against cyproterone acetate induced genotoxic damage in cultured mammalian cells. Biol., 58, 4-7.
- Simopoulos, A.P., 2004. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. Biol. Res., 37, 263-277.
- Soltani, F., Mosaffa, F., Iranshahi, M., Karimi, G., Malekaneh, M., Haghghi, F. and Behravan, J., 2009. Evaluation of antigenotoxicity effects of umbelliprenin on human peripheral lymphocytes exposed to oxidative stres. Cell. Biol. Toxicol., 25, 291-296.
- Zhi-Yong Z., Xiang-Yang Y., Dong-LanW., Hai-Juan Y. and Xian-Jin L., 2009. Acute toxicity to zebrafish of two organophosphates and four pyrethroids and their binary mixtures. Pest. Manag. Sci., 66(1), 84-89.

## PREMATÜRE RETİNOPATİLİ BEBEKLERDE RETİNOPATİ EVRELERİ VE KAN MAĞNEZYUM DÜZEYİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Dr.Öğr.Üyesi Emine ÇİNİCİ , Dr.Öğr.Üyesi Mustafa KARA

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları AD

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Yenidoğan AD

### ÖZET

**Amaç:** Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesi ve Göz Kliniğinde muayeneleri yapılan prematüre bebeklerde prematüre retinopatisi(rop) gelişimi ile kan magnezyum(Mg++) seviyeleri arasında bir ilişki olup olmadığının tespit edilmesi amaçlandı.

**Gereç Ve Yöntemler:** Hastanemizde 17.08.2017 – 01.01.2019 tarihleri arasında muayeneleri yapılan prematüre bebeklerin dosyaları retrospektif olarak tarandı. Retinopati gelişen ve gelişmeyen prematüre bebeklerden doğumdan hemen sonra alınan kan da Mg++ düzeyi tespit edilmiş olanlar çalışmaya dahil edildi. Prematüre retinopatisi sınıflaması ve evrelemesi The International Committee for the Classification of the Retinopathy of Prematurity(ICROP) göre yapıldı. Grupların karşılaştırılmasında independent sample T testi ve One Way Anova testleri kullanıldı.

**Bulgular :** Çalışmaya dahil edilen prematüre bebek sayısı 95 olup bu bebeklerin ortalama doğum ağırlığı  $1179.2 \pm 322$  gram (570-2260); ortalama doğum haftası  $29 \pm 2.4$ (23-34) idi. Bebeklerin % 62'sinde(n:59) herhangi bir evrede rop tespit edildi. Herhangi bir evre PR gelişen gruplar arasında kan Mg++ düzeyi karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı (p:0.991). Retinopati gelişmeyen prematüre bebekler(Grup 1) ile retinopati gelişen fakat tedavi gereksinimi olmayan bebekler(Grup 2) arasında ortalama kan Mg++ düzeyleri açısından anlamlı fark izlenmedi(p:0.973). Retinopati gelişmeyen prematüre bebekler(Grup 1) ile rop gelişen ve lazer tedavisi uygulanan bebekler(Grup 3) arasında ortalama kan Mg++ düzeyleri açısından anlamlı fark izlenmedi (p:0.781). Retinopatisi olup tedavi gereksinimi olmayan(Grup 2) ve retinopatisi olup lazer tedavisi uygulanan bebekler(Grup 3) arasında ortalama kan Mg++ düzeyleri açısından anlamlı fark izlenmedi (p:0.876).

**Sonuç:** Çalışmamızda prematüre doğan bebeklerde retinopati gelişimi ve doğumda kan Mg++ düzeyi arasında anlamlı bir ilişki tespit edemedik.

**Anahtar Kelimeler ;** Prematüre Retinopatisi, Mağnezyum, Lazer Fotokoagülasyon

### Investigation of the Relationship Between Retinopathy Phases and Blood Magnesium Levels in Premature Retinopathy Infants

**Aim:** it was aimed to determine whether there was a relationship between the development of premature retinopathy(rop) and blood magnesium(MG++) levels in preterm infants who were examined in the Neonatal Intensive Care Unit and Ophthalmology Clinic of Atatürk University Faculty of Medicine.

**Materials and methods:** The files of premature babies were examined in our hospital between 17.08.2013 – 01.01.2019 retrospectively. Those whose Mg +++-levels are determined from the blood obtained after birth from premature babies developing or not developing retinopathy were included in the study. Pre-retinopathy classification and Staging were performed according to the International Committee for the classification of the Retinopathy of pre-retinopathy(ICROP). Comparisons between the groups were made using the independent sample t test and the one way ANOVA test.

**Results :** The mean birth weight of babies included in the study was  $95 \pm 322$  grams (570-2260) , and mean birth week was  $29 \pm 2.4$ (23-34).Rop was detected in Stage 1, 46% (N:44)stage 2, 3% (n:3) Stage 3, and 62% (N:59)of the babies at any stage .Mean blood

Mg<sup>+++</sup> levels of those in stage 1 Rop was  $1.92 \pm 0.3$  mg/dL (1.30-2.42), with Stage 2 rop was  $1.92 \pm 0.4$  mg/dL (0.73-2.54) and stage 3 rop was  $1.95 \pm 0.2$  mg/dL (1.69-2.09) respectively. There was no significant difference between groups in blood MG<sup>++</sup> level ( $p < 0.05$ ).  $p:0.991$ (see). The average blood MG<sup>++</sup> level for 36 infants born prematurely but not developing retinopathy was  $1.93 \pm 0.2$  mg/dl ( $1.45 \pm 2.45$ ). The mean blood MG<sup>++</sup> level of 40 infants with a stage ROP but no treatment requirement was  $1.93 \pm 0.4$  mg/dl ( $0.73 \pm 2.54$ ). The mean blood mg<sup>++</sup> level for 19 infants who developed ROP and underwent laser treatment was  $1.91 \pm 0.3$  mg/dl (1.26-2.27). There was no significant difference between preterm infants without retinopathy (group 1) and infants without retinopathy (Group 2) as regards the mean blood MG<sup>++</sup> levels (Group 2). The difference between preterm infants without retinopathy (Group 1) and infants without retinopathy (Group 2) was not statistically significant ( $p < 0.05$ ).  $p:0.973$ (see). There was no significant difference between preterm infants without retinopathy (group 1) and those who had developed rop and treated with Laser (Group 3) levels of mean blood mg<sup>++</sup> (group 3).  $p:0.781$ (see). There was no significant difference in the mean blood Mg<sup>++</sup> levels between the two groups (Group 2) and the patients with retinopathy without treatment (group 3) (Table 1). The difference between the two groups was not statistically significant (Table 2). The difference between the two groups was statistically significant (Table 3).  $p:0.876$ (see). There was no significant difference between the three groups when compared with the mean MGI levels of infants (group 1), retinopathy and non-retinopathy (group 2), and retinopathy and laser treatment (group 3) (Table 1). The difference between the two groups was not statistically significant (Table 2). The difference between the two groups was statistically significant (Table 3).  $p:0.974$ (see).

**Conclusion:** In our study, there was no significant correlation between the development of retinopathy in premature babies and the level of blood MGI<sup>++</sup> at birth.

**Key Words:** Prematurity, Retinopathy, magnesium

## GİRİŞ

Prematüre retinopatisi (PR) erken doğan düşük doğum ağırlıklı bebeklerde görülen retinal damarların anormal proliferasyonu ile karakterize bir vitreoretinopatidir. Çocukluk çağı körlüklerinin önde gelen nedenlerinden de biridir.(1). Son yıllarda yenidoğan yoğun bakım ünitelerinin gelişmesiyle beraber çok düşük doğum ağırlığına ve haftasına sahip bebeklerin yaşatılabilmesi hem PR görülme sıklığını artırmakta hem de arka kutupta daha şiddetli PR vakalarını görmemize neden olmaktadır (2). Bu durum da prematüre retinopatisini önemli bir sorun olarak karşımıza çıkarmaktadır. Hastalığın ortaya çıkışındaki nedenler araştırıldığında çok çeşitli risk faktörleri üzerinde durulmuştur. Bunlar arasında en önemlileri düşük doğum ağırlığı ve düşük gestasyonel yaştır. PR' de beyaz ırk, çoklu doğum, hiperkarbi, ışık maruziyeti, prostaglandin salınımı, anemi, kan transfüzyonu yapılması, serum demir seviyesindeki artış, metabolik asidoz-alkaloz, sepsis, metil ksantin tedavisi, beta bloker kullanımı, patent duktus arteriosus varlığı, respiratuar distres sendromu, pnömotoraks, perinatal asfiksi, koryoamniyonit, nekrotizan enterokolit gibi risk faktörleri de tanımlanmıştır. PR ayrıca E vitamini, magnezyum, selenyum ve bakır eksikliğinin de retinopati gelişimi üzerinde etkili olabileceği bildirilmiştir (3).

Magnezyum (Mg) insan vücudunda hem ekstrasellüler hem de intrasellüler alanda bulunan bir katyondur. Nükleik asit ve protein sentezi gibi birçok temel reaksiyonda ve hücre membran stabilizasyonunda rol alır. Normal erişkinde %60'ı kemikte, %30'u iskelet kasında, %19'u yumuşak dokuda ve %1'den azı da ekstrasellüler sıvıda yer almaktadır (4). Yapılan çalışmalarda magnezyumun analjezik, nöroprotektif, immün modülatör ve sitokin antagonisti etkileri gösterilmiştir (5,6)

## MATERYAL- METOD

Hastanemizde 17.08.2017 – 01.01.2019 tarihleri arasında muayeneleri yapılan prematüre bebeklerin dosyaları retrospektif olarak tarandı. Retinopati gelişen ve gelişmeyen prematüre bebeklerden doğumdan hemen sonra alınan kan da Mg<sup>++</sup> düzeyi tespit edilmiş olanlar çalışmaya dahil edildi. Prematüre retinopatisi sınıflaması ve evrelemesi The International Committee for the Classification of the Retinopathy of Prematurity(ICROP) göre yapıldı. Grupların karşılaştırılmasında independent sample T testi ve One Way Anova testleri kullanıldı.

## BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen prematüre bebek sayısı 95 olup bu bebeklerin ortalama doğum ağırlığı  $1179.2 \pm 322$  gram (570-2260); ortalama doğum haftası  $29 \pm 2.4$ (23-34) idi. Bebeklerin % 13 (n:12)ünde evre 1, %46'sında (n:44) evre 2 , % 3'ünde (n:3)evre 3 olmak üzere toplamda bebeklerin % 62'sinde(n:59) herhangi bir evrede rop tespit edildi. Evre 1 rop tespit edilenlerin ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyi  $1.92 \pm 0.3$ mg/dl(1.30-2.42), Evre 2 rop tespit edilenlerin ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyi  $1.92 \pm 0.4$ mg/dl(0.73-2.54), Evre 3 rop tespit edilenlerin ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyi  $1.95 \pm 0.2$ mg/dl(1.69-2.09) idi. Gruplar arasında kan Mg<sup>++</sup> düzeyi arasında anlamlı fark saptanmadı (p:0.991).. Prematüre doğan fakat retinopati gelişmeyen 36 bebeğin (Grup 1) ortalama kan Mg<sup>++</sup> seviyesi ise  $1.93 \pm 0.2$ mg/dl (1.45-2.45) olarak tespit edilmişti. Herhangi bir evre rop gelişen fakat tedavi gereksinimi olmayan 40 bebeğe(Grup 2) ait ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyi  $1.93 \pm 0.4$ mg/dl (0.73-2.54) idi. Rop gelişen ve lazer tedavisi uygulanan 19 bebeğin(Grup 3) ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyi  $1.91 \pm 0.3$ mg/dl (1.26-2.27) idi. Retinopati gelişmeyen prematüre bebekler(Grup 1) ile retinopati gelişen fakat tedavi gereksinimi olmayan bebekler(Grup 2) arasında ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyleri açısından anlamlı fark izlenmedi(p:0.973). Retinopati gelişmeyen prematüre bebekler(Grup 1) ile rop gelişen ve lazer tedavisi uygulanan bebekler(Grup 3) arasında ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyleri açısından anlamlı fark izlenmedi (p:0.781). Retinopatisi olup tedavi gereksinimi olmayan(Grup 2) ve retinopatisi olup lazer tedavisi uygulanan bebekler(Grup 3) arasında ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyleri açısından anlamlı fark izlenmedi (p:0.876). Retinopati gelişmeyen(Grup 1), retinopatisi olup tedavi gereksinimi olmayan(Grup 2) ve retinopatisi olup lazer tedavisi alan(Grup 3) bebeklerin ortalama Mg<sup>++</sup> seviyeleri karşılaştırıldığında 3 grup arasında anlamlı fark izlenmedi (p:0.974).

## TARTIŞMA

Prematüre retinopatisinin patogenezi henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Prematüre doğum ile beraber maternal-fetal gelişimin erken dönemde kesilmesi retinal vasküler gelişimin durmasına ve var olan vasküler yapılarda bir miktar kayba neden olarak PR gelişimine zemin hazırladığı düşünülmüştür(7). VEGF PR'de proliferatif/eksüdatif aktiviteden sorumlu moleküllerin başında gelmektedir. VEGF'nin değişik molekül ağırlığında 5 izomeri vardır ve bunlardan anjiyogenetik etkinliğin gözlendiği asıl izoformu olan VEBF-A PR'de anjiyogenezisten sorumlu temel aracı moleküldür, yapımı retinadaki hipoksi bağımlı olarak düzenlenmektedir. VEGF'in özellikle VEGF-A'nın PR'de neovaskülarizasyon ve permeabilite bozukluğu ile giden patolojik gelişmelerdeki rolü iyi tanımlanmıştır(8,9)

Magnezyum, vasküler düz kas ve endotelial hücre metabolizmasında ve transportunda rol oynar. Magnezyum kan damarlarında, kalsiyum fizyolojik antogonisti gibi davranır. Hipermagnezemi intrasellüler olarak vasküler düz kas hücre mebranlarını etkileyerek kan basıncını düşürüp periferik vazodilatasyonu yaparken hipomagnezemi kan basıncını artırır ve periferik vazospazmı indükler(10). ROP patogenezinde önemli bir mediatör olduğu bilinen Vasküler Endotelial Growth faktör ile magnezyum arasında ki ilişki tespit edilmiştir. Farelerde yapılan bir deneyde VEGF aracılı anjiyogenez uyarıcı proinflatuar sitokinlerin yüksek seviyelerine rağmen hipomagnezemi durumlarında VEGF seviyelerinin artmadığı dolayısıyla yeni damar oluşumlarının sekteye uğradığı izlenmiştir(11).



Serum mağnezyum düzeyi ve göz hastalıkları arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma magnezyumun yetersizliğinin, vazokonstriktörler ve vasodilatörler arasında bir dengesizliğe yol açarak vasküler tıkanma, retinal iskemi, reaktif retinal vasküler proliferasyon ve retinopatiye yol açabileceği bildirilmiştir. Aynı çalışma da düşük mağnezyum seviyelerinin artmış oksidatif strese neden olarak retinopati progresyonunda artışa neden olabileceği öne sürülmüştür(12). PR' de gelişmekte olan retinaya serbest radikallerin oksidatif hasarının da patogeneizde rolü olabileceği üzerinde durulması serum mağnezyum düzeyinin PR de önemli olabileceğini düşündürmektedir. Caddell JL sunduğu hipotezinde mağnezyum ve bakır eksikliğinin retinadaki antioksidan enzim aktivitelerini azaltarak, TXA2 sentezini artırarak ve PGI2 sentezini azaltarak vasküler oklüzyon, retinal iskemi, retinal vasküler sistemde reaktif proliferasyon, ve son evre PR e yol açtığını ifade etmiştir(13). Bununla beraber Misrot ve arkadaşları yüksek riskli ve tedavi gereksinimi olan 26 prematüre infantla düşük riskli tedavi ihtiyacı olmayan 18 infantın serum mağnezyum düzeylerini araştırmış ve kontrol grubunda tedavi yapılan gruba göre önemli bir düşüklük olduğunu bildirmişlerdir(14). Prematüre doğan bebeklerde retinopti evreleri ile serum mağnezyum düzeyi arasındaki ilişkiyi inceleyen bizim çalışmamızda ise Evre 1 rop tespit edilen 12 prematüre bebeğin ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyini 1.92±0.3mg/dl(1.30-2.42), Evre 2 rop tespit edilen 44 bebeğin ki 1.92±0.4mg/dl(0.73-2.54), ve Evre 3 rop tespit edilen 3 bebeğin ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyini 1.95±0.2mg/dl(1.69-2.09) olarak tespit ettik(toplamda retinopati gelişen bebek sayısı 59). Takiplerimizde evre 4 – 5 PR hiç gözlelemedik. Gruplar arasında kan Mg<sup>++</sup> düzeyi arasındaki ilişki incelendiğinde anlamlı bir fark olmadığını gördük. Prematüre doğan fakat retinopati gelişmeyen 36 bebeğin (Grup 1) ortalama kan Mg<sup>++</sup> seviyesi ise 1.93±0.2mg/dl (1.45-2.45) olarak tespit edilmişti. Herhangi bir evre rop gelişen fakat tedavi gereksinimi olmayan 40 bebeğe(Grup 2) ait ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyi 1.93±0.4mg/dl (0.73-2.54) idi. Rop gelişen ve lazer tedavisi uygulanan 19 bebeğin(Grup 3) ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyi 1.91±0.3mg/dl (1.26-2.27) idi. Retinopati gelişmeyen prematüre bebekler(Grup 1) ile retinopati gelişen fakat tedavi gereksinimi olmayan bebekler(Grup 2) arasında ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyleri açısından anlamlı fark izlenmedi(p:0.973). Retinopati gelişmeyen prematüre bebekler(Grup 1) ile rop gelişen ve lazer tedavisi uygulanan bebekler(Grup 3) arasında da ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyleri açısından anlamlı fark izlenmedi (p:0.781). Retinopatisi olup tedavi gereksinimi olmayan(Grup 2) ve retinopatisi olup lazer tedavisi uygulanan bebekler(Grup 3) arasında ortalama kan Mg<sup>++</sup> düzeyleri açısından anlamlı fark izlemedik (p:0.876).

Biz prematüre retinopatisi gelişimi ve retinopatinin evreleri arasında serum mağnezyum düzeyi arasında herhangi bir ilişki tespit edemedik. Bu durum bizim gruplarımızın sayısal olarak yetersizliğinden kaynaklanıyor olabilir. Daha kapsamlı olarak yapılacak değerlendirmelere ihtiyaç olduğu kanaatindeyiz.

#### KAYNAKLAR

- 1- Şener EC. Göz Hastalıkları. Yurdakök M, Erdem G (Eds). Neonatoloji. 2. Baskı. Alp Ofset I. 2004; p. 856-84.
- 2- Seiberth V, Linderkamp O. Risk factors in retinopathy of prematurity. A multivariate statistical analysis. *Ophthalmologica* 2000; 214: 131-135.
- 3- 36-Ved G.P., Upreet D., Rohit S., Piyush G., Jolly R. Retinopathy of prematurity-Risk factors. *Indian J. Pediatr* 2004; 71: 887-892).
- 4- Elin RJ. Magnesium: the fifth but forgotten electrolyte. *Am J Clin Pathol* 1994;102:616-22)

- 5- Koinig H, Wallner T, Marhofer P, Andel H, Hörauf K, Mayer N. Magnesium sulfate reduces intra-and postoperative analgesic requirements. *Anesth Analg* 1998;87:206-10 51.
- 6- Naser SA, Abdelsalam A, Thanigachalam S, Naser AS, Alcedo K. Domino effect of hypomagnesemia on the innate immunity of Crohn's disease patients. *World J Diabetes* 2014;5:527-35,
- 7- Pehmen Yasin Özcan. Prematüre Retinopatisinde Etyopatogenez. *Güncel Retina*. 2018;2(1):5-12
- 8- Ferrara N. Vascular endothelial growth factor. *Eur J Cancer* 1996;32:2413-22.
- 9- Smith LE. Pathogenesis of retinopathy of prematurity. *Growth Horm IGF Res* 2004;14:140-4.)
- 10- Elin RJ. Magnesium: the fifth but forgotten electrolyte. *Am J Clin Pathol* 1994;102:616-22)
- 11- Koinig H, Wallner T, Marhofer P, Andel H, Hörauf K, Mayer N. Magnesium sulfate reduces intra-and postoperative analgesic requirements. *Anesth Analg* 1998;87:206-10 51.
- 12- Renu Agarwal.Igor Iezhitsa. Puneet Agarwal. Pathogenetic role of magnesium deficiency in ophthalmic diseases
- 13- Caddell JL. Hypothesis: the possible role of magnesium and copper deficiency in retinopathy of prematurity. *Magnes Res*. 1995 Sep;8(3):261-70
- 14- Sarah Mistrot, Mohammed Hussein. The Association between the serum magnesium level and the development and severity of retinopathy of prematurity. *Journal of AAPOS*. Volume 21 Number 4 / August 2017

## SAĞLIK YÖNETİMİ AÇISINDAN ÇALIŞMA HAYATIN'DA MOBBİNG

Neşe BAKAN (MAVİ)  
Prof. Dr. Mehmet Fikret GEZGİN  
Yüksek Lisans/Tez, 2015  
Hastane ve Sağlık Yönetimi  
Mobbing, Çalışma Hayatı, Sağlık Yönetimi

Çalışma hayatının var olmasıyla beraber toplu ve organize çalışma alanları ortaya çıkmıştır. Topluluk halinde çalışma; verimliliği, zaman yönetimini, toplumsal kalkınmayı, sosyal gelişimi beraberinde getirmiştir. Bununla beraber çalışma ortamlarında insan kaynaklı olumsuzlukların ve sorunların yaşanılması kaçınılmaz olmuştur. Fiziksel sorunların yanında psikolojik sorunlarında var olması mobbing (psikolojik taciz) kavramını önemli hale getirmiştir. Mobbing'in nedenleri, etkilediği birimler, sonuçları, üzerine yapılan araştırmalar mobbing'in basit bir olgu olmadığını sistematik ve karmaşık bir süreç olduğunu, etkilenen kişinin sadece mobbing mağduru olmadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle çalışma hayatında birebir örgüt ile iletişimde olan yönetim için dikkat edilmesi gereken mesleki sağlık ve güvenlik riski oluşturan bir alan ortaya çıkmaktadır. İşyerinde gerek yönetim, gerekse çalışanlar bakımından alınacak tedbirler ve düzenlemeler için, bu sorunun farkındalığının önemli olduğu anlaşılmış ve çalışma genelde çalışanlar açısından özeldir ise bütünlük içinde sağlık çalışanları kapsamında incelenmiştir.

İş alanlarında doğrudan ya da dolaylı olarak maruz kalınan mobbing sürecini tanımlamak, etkileyen faktörleri, sonuçlarını tespit etmek ve yönetim açısından mobbing sürecinin temelde başlamaması için başladı ise sonlandırılması ve olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması için gerekli olan tutumları incelemek çalışmanın amacıdır. Bu çalışmada tarihçi method ve kaynak taraması tekniğinden yararlanılmıştır. Sonuç olarak, kar amacı gütmeyen, hizmet amacı güden çalışma alanlarında özellikle sağlık alanlarında mobbing ortaya çıkma oranının daha fazla olduğu araştırmalar ile ortaya çıkmıştır. Bu açıdan yönetim hastalık olarak nitelendirilebilecek mobbing için ortak, istikrarlı, engelleyici veya ortadan kaldırıcı önlemler alınmalıdır. Bununla birlikte mobbing oluştu ise mağdurun yasal haklarının korunması açısından yasal düzenlemelerinde yapılması konusunda gerekli hassasiyet gösterilmelidir.

,

## MOBBING IN THE WORKING LIFE IN TERMS OF HEALTH MANAGEMENT

Neşe BAKAN (MAVİ)  
Prof. Dr. Mehmet Fikret GEZGİN  
Master thesis, 2015  
Hospital and Health Management  
Mobbing, Working Life, Health Management

Collective and organized working areas have emerge together with the existence of working life. The efficiency of working in a community has brought along the time management, community development and social development. However, it has been inevitable to experience human-induced negation and problems in working environments. Mobbing (psychological abuse) concept has become important by the reason of physical problems as well as the psychological problems are in existence. The reasons of mobbing, the units affected of it, the results of it and the researches on it reveal that mobbing is not a simple phenomenon but is a systematic and complicated process and that the affected person is not just victim of mobbing. For this reason, a field creating occupational health and safety risk that should be considered for management in communication with organization as one to one in the working life shows up. It was understood that the awareness of this problem is important both in terms of the employees and the management in order to the measures and regulations to be taken in the workplace, and the study was examined within the context of employees in general and as a whole health workers in privately.

Defining the mobbing process that is directly or indirectly in the business areas, identifying the influencing factors and the consequences of it, examining the attitudes necessary for the management to impede it, and getting through and removing the adverse effects of it in case of starting, are the purpose of this study. Historian method and literature review technique was utilized in this study. As a result, it was found out with researches that there is a higher occurrence of mobbing in non-profit-oriented, service-oriented work areas, especially in health areas. In this respect, management should take common, stable, preventative or depletory measures for the mobbing, which can be described as disease. However, if mobbing is occurred, it must be given the necessary attention on making the legal regulations to protect the legal rights of the victim.

## INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF ORNIDAZOL AND THINIDAZOLINE ON HUMAN GLUTATHIONE REDUCTAZ ENZYME ACTIVITY

**Dr. Yunus Emre ERAT**

Istanbul University, Istanbul Faculty of Medicine Istanbul, Turkey

**Prof. Dr. Mustafa ERAT**

Atatürk University, Erzurum Vocational College, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies Erzurum, Turkey

Glutathione reductase (EC 1.8.1.7; GR) catalyzes the reaction that converts oxidized glutathione (GSSG) into reduced glutathione (GSH) through NADPH. GR is one of the key enzymes in glutathione metabolism. The enzyme is a flavoprotein that protects the cell against electrophilic and nucleophilic stress and maintains a concentration of reduced glutathione in specific level. Determination of glutathione reductase inhibitors in some pathogenic microorganisms has been investigated as a drug target. Two of these drugs which are widely used in the clinic and in the nitroimidazoles group are ornidazole and tinidazol.

Ornidazole and tinidazole are used in the treatment of anaerobic bacteria and some protozoan infections. When these drugs enter the cell they turn into cytotoxic metabolites and form radicals. When these drugs enter the cell they turn to cytotoxic metabolites to form radicals, disrupt DNA replication and show their antibacterial-antiprotozoal effects. When they are taken in high doses, they make metallic taste and peripheral neuropathy.

In this study, the effects of ornidazole and tinidazole on human erythrocyte glutathione reductase enzyme activity were investigated *in vitro*. For this purpose, glutathione reductase was purified to 5.150 fold and 48.20 EU / mg protein specific activity by hemolysis of human erythrocytes, neutral salt precipitation, affinity chromatography and gel filtration chromatography methods. The purity of the enzyme was confirmed by the SDS-PAGE electrophoresis method. The effects of commonly used ornidazole and tinidazole on pure GR were determined and they were found to be inhibitors. Then, IC<sub>50</sub> values, K<sub>i</sub> constants were calculated and the types of inhibition were determined for these two drugs in which the kinetics of inhibition were examined in detail. This result was thought to be an idea about the mechanism of contraindications of ornidazole and tinidazol.

**Keywords:** Ornidazole, Tinidazole, Glutathione reductase, Inhibition

## İNSAN GLUTATYON REDÜKTAZ ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNE ORNİDAZOL VE TİNİDAZOLÜN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

**Dr. Yunus Emre ERAT**

İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi İstanbul, Turkey

**Prof. Dr. Mustafa ERAT**

Atatürk Üniversitesi, Erzurum Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü Erzurum, Turkey

Glutasyon redüktaz (EC 1.8.1.7; GR) okside glutasyonu (GSSG), NADPH vasıtasıyla indirgenmiş glutatyon (GSH) dönüştüren reaksiyonu katalizler. GR glutasyon metabolizmasının kilit enzimlerinden biridir. Bu enzim hücreyi elektrofilik ve nükleofilik strese karşı savunan indirgenmiş glutasyon konsantrasyonunu belirli düzeyde koruyan bir flavoproteindir. Bazı patojen mikroorganizmalarda glutasyon redüktaz inhibitörlerinin belirlenmesi ilaç hedefi olarakta araştırılmıştır. Bu ilaçlardan ikiside nitroimidazoller grubunda yer alan ve klinikte çok kullanılan ornidazol ve tinidazoldür.

Ornidazol ve tinidazol anaerob bakterileri ve bazı protozoon enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılır. Bu ilaçlar hücre içine girdiğinde sitotoksik metabolitlerine dönüşerek radikaller oluştururlar, DNA replikasyonunu bozarlar ve antibakteriyel-antiprotozoal etkilerini gösterirler. Yüksek dozda alındığında metalik tat ve periferik nöropati yaparlar.

Bu çalışmada ornidazol ve tinidazol ilaçlarının insan eritrosit glutatyon redüktaz enzim aktivitesi üzerindeki etkileri *in vitro* olarak araştırıldı. Bu amaçla glutatyon redüktaz, insan eritrositlerinin hemolizinden sonra nötral tuz çöktürmesi, afinite kromatografisi ve jel filtrasyon kromatografisi yöntemleriyle 5.150 kat ve 48,20 EU/mg protein spesifik aktivite ile saflaştırıldı. Enzimin saflığı SDS-PAGE elektroforez yöntemi ile teyit edildi. Klinikte sık kullanılan ornidazol ve tinidazolün saf GR üzerindeki etkilerine bakıldı ve inhibitör oldukları tespit edildi. Daha sonra inhibisyon kinetiği detaylı bir şekilde incelenen bu iki ilaç için IC<sub>50</sub> değerleri, K<sub>i</sub> sabitleri hesaplandı ve inhibisyon tipleri belirlendi. Elde edilen bu sonucun, ornidazol ve tinidazolün kontrendikasyonlarının mekanizması hakkında fikir oluşturabileceği düşünüldü.

**Anahtar Kelimeler:** Ornidazol, Tinidazol, Glutatyon redüktaz, İnhibisyon

#### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ASKORBIC ACID ON HUMAN GLUTATHION S-TRANSFERASE ENZYME ACTIVITY

**Dr. Yunus Emre ERAT**

Istanbul University, Istanbul Faculty of Medicine Istanbul, Turkey

**Prof. Dr. Mustafa ERAT**

Atatürk University, Erzurum Vocational College, Department of Chemistry and Chemical  
Processing Technologies Erzurum, Turkey

Ascorbic acid is an essential vitamin in sugar structure, water-soluble, known to be sensitive to temperature. Ascorbic acid acts as coenzyme in the function of proline and lysine hydroxylases, which have an important role in the production of collagen. Therefore, ascorbic acid has an important role in wound healing. It is also coenzyme of 7  $\alpha$ -hydroxylase enzyme involved in the formation of bile acids. Ascorbic acid is the most important plasma component in the extracellular fluid that inhibits lipid peroxidation. Thus it protects membranes and DNA against peroxidation and plays a role as an important antioxidant. In vitamin C deficiency, symptoms such as bleeding, iron deficiency anemia, delay in wound healing, and hyperplasia in the gums can occur. These symptoms are the findings of scurvy disease due to vitamin C deficiency.

Glutathione S-transferases (GSTs, EC 2.5.1.18) are a multifunctional enzyme family involved in the detoxification process by different mechanisms. These enzymes catalyze the conjugation of electrophilic xenobiotics with reduced glutathione in metabolism to remove toxic compounds. Studies have shown that the expression of GST enzyme in tumor cells increases in cancer patients, and occurs resistance to antineoplastic drugs. Inhibition of the

GST enzyme is important to overcome this resistance and increase the effectiveness of the antineoplastic agent.

In this study, the effect of ascorbic acid determined on GST enzyme, purified from human erythrocytes, was investigated and the inhibitor constants and  $I_{50}$  value were calculated. As a result, ascorbic acid may be selected as a target in the design of the drug that can be used in parallel with the antineoplastics, and the resistance of the drug can be prevented by feeding with the natural foods that we take with the diet.

**Keywords:** Ascorbic acid, Glutathione S-transferase, Inhibition, Chemotherapy

## İNSAN GLUTATYON S-TRANSFERAZ ENZİM AKTİVİTESİ ÜZERİNE ASKORBİK ASİDİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Dr. Yunus Emre ERAT**

İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi İstanbul, Turkey

**Prof. Dr. Mustafa ERAT**

Atatürk Üniversitesi, Erzurum Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri  
Bölümü Erzurum, Turkey

Askorbik asit şeker yapısında, suda çözünebilen, sıcaklığa duyarlı olduğu bilinen esansiyel bir vitamindir. Askorbik asit, kollajen yapımında önemli rolü olan prolin ve lizin hidroksilazların çalışmasında koenzim olarak görev yapar. Bu nedenle yara iyileşmesinde önemli bir rol oynar. Ayrıca safra asitlerinin oluşumunda rol alan 7  $\alpha$ -hidroksilaz enziminin de koenzimidir. Askorbik asit ekstrasellüler sıvıda bulunan ve lipid peroksidasyonunu inhibe eden en önemli plazma komponentidir. Böylece membranları ve DNA yı peroksidasyona karşı korur ve önemli bir antioksidan olarak rol oynar. Vitamin C eksikliğinde kanamalar, demir eksikliği anemisi, yara iyileşmesinde gecikme, diş etlerinde kabalaşma gibi semptomlar ortaya çıkabilir. Bu semptomlar C vitamini eksikliğine bağlı gelişen skorbut hastalığının da bulgularını oluşturur.

Glutasyon S-transferazlar (GSTs, EC 2.5.1.18) farklı mekanizmalarla detoksifikasyon sürecine katılan multifonksiyonel bir enzim ailesidir. Bu enzimler metabolizmada indirgenmiş glutasyon ile elektrofilik ksenobiyotiklerin konjügasyonunu katalizleyerek toksik bileşiklerin atılmasını sağlarlar. Çalışmalar göstermektedir ki, kanser hastalarının kemoterapi sürecinde tümör hücrelerinde GST enziminin ekspresyonu artmaktadır ve antineoplastik ilaçlara karşı direnç oluşmaktadır. Oluşan bu direnci kırmak ve antineoplastik ajanın etkinliğini artırmak için GST enziminin inhibisyonu önemlidir.

Bu çalışmada insan eritrositlerinden saflaştırılan GST enzimi üzerine askorbik asit bileşiğinin etkisi araştırılarak inhibitör olduğu belirlendi ve inhibisyon sabitleri ile  $I_{50}$  değeri hesaplandı. Sonuç olarak askorbik asit antineoplastiklere paralel olarak kullanılacak ilaç dizaynında hedef olarak seçilebileceği gibi diyetle aldığımız doğal gıdalarla beslenerek ilaç direncine engel oluşturulabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Askorbik asit, Glutasyon S-transferaz, İnhibisyon, Kemoterapi

**DYNAMICAL ANALYSIS OF CONFORMABLE FRACTIONAL ORDER LOTKA-VOLTERRA PREDATOR-PREY MODEL**

**Arş. Gör. Güven KAYA**

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Bingöl, Türkiye

**Dr. Öğr. Üyesi Şenol KARTAL**

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Nevşehir, Türkiye

**ÖZET**

Bu çalışmada conformable kesirli mertebeden Lotka-Volterra Av-Avcı modelinin dinamik davranışlarını incelenmiştir. İlk olarak modelin ayrıştırılmasını elde etmek için tam değer fonksiyonu eklenmiştir ve yeni denklemlerde sol Conformable türev tanımı kullanılarak sistem fark denklem sistemine dönüştürülmüştür. Daha sonra elde edilen bu fark denklem sisteminin denge noktaları bulunmuş ve bu denge noktalarının Jury şartlarından da yararlanılarak kararlılıkları incelenmiştir. Ayrıca pozitif denge noktasında Neimark-Sacker çatallanmasının varlığı ve yönü çatallanma analizi ve center manifold teorisi yardımıyla araştırılmıştır. Son olarak da nümerik simülasyonlar aracılığı ile elde edilen analitik sonuçların doğruluğu gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Lotka-Volterra Av-Avcı Sistemi, Conformable Kesirli Türev, Ayrıştırma, Kararlılık, Neimark-Sacker Çatallanma.

**ABSTRACT**

The purpose of this study is to discuss dynamic behaviors of conformable fractional-order Lotka-Volterra predator-prey system. First of all, the piecewise constant approximation is used to obtain the discretize version of the model then, we investigate stability, existence and direction of Neimark-Sacker bifurcation of the positive equilibrium point of the discrete system. It is observed that the discrete system shows much richer dynamic behaviors than its fractional-order form such as Neimark-Sacker bifurcation and chaos. Finally, numerical simulations are used to demonstrate the accuracy of analytical results.

**Keywords:** Lotka-Volterra predator-prey system, Conformable fractional derivative, Discretization, Stability, Neimark- Sacker bifurcation.

**References:**

- [1] R. Khalil, M. Al Horani, A. Yousef, M. Sababheh, A new definition of fractional derivative, J. Comput. Appl. Math., **264** (2014), pp. 65-70.
- [2] T. Abdeljawad, On conformable fractional calculus, J. Comput. Appl. Math., **279** (2015), pp. 57-66.
- [3] S. Kartal, F. Gürcan, Discretization of conformable fractional differential equations by a piecewise constant approximation, Int. J. Comput. Math, (2018); doi:10.1080/00207160.2018.1536782.
- [4] M. Zhao, Z. Xuan, C. Li, Dynamics of a discrete-time predator-prey system, Adv. Differ. Equ., **2016** (2016) 191.



A LARGE CLASS IN  $L_{w,1}[0,1]$  WITH FIXED POINT PROPERTY FOR AFFINE  
NONEXPANSIVE MAPPINGS

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,  
Ebru TOPCU

Kafkas University,

**ABSTRACT**

A Banach space is called to have fixed point property for nonexpansive mappings if every nonexpansive self mappings defined on arbitrary closed, bounded and convex subset has a fixed point. Also, a Banach space is called to have weak fixed point property for nonexpansive mappings if every nonexpansive self mappings defined on arbitrary weakly compact subset has a fixed point. It is well known that classical nonreflexive Banach spaces such as  $c_0$  and  $\ell^1$  have weak fixed point property but they fail fixed point property for nonexpansive mappings. Recent researches show that there is strong connection between reflexivity and fixed point property. First example of a nonreflexive Banach space that was showed to have fixed point property was demonstrated by Lin. Lin proved this fact by renorming  $\ell^1$ . It can be said that Lin is inspired by Goebel and Kuczumow's work where they showed there exists a very large class of closed, bounded, convex subsets in  $\ell^1$  with fixed point property for nonexpansive mappings. Later, Maria and Hernandes Lineares showed that Banach space of Lebesgue integrable functions on  $[0,1]$ ,  $L_1[0,1]$  can be renormed to have fixed point property for affine nonexpansive mappings. Recently, Nezir and Sivek worked on Lorentz function spaces  $L_{w,1}[0,1]$  which is an analogue of  $L_1[0,1]$ . They obtained fixed point theory oriented results. They showed that these spaces also fail the weak fixed point property as Alspach proved  $L_1[0,1]$  fails the weak fixed point property. In this study, we work on these spaces and we show that there exists a large class of closed, bounded and convex subsets of  $L_{w,1}[0,1]$  with fixed point property for affine nonexpansive mappings.

**Keywords:** fixed point property, closed bounded convex, Lorentz function spaces, nonexpansive mappings.

**ÖZET**

Eğer bir Banach uzayının kapalı, sınırlı ve konveks her alt kümesi üzerinde tanımlanan ve her noktayı yine kümenin bir elemanına resmeden herhangi genişlemeyen fonksiyonun bir sabit noktası var ise o Banach uzayına genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlar denir. Ayrıca eğer bir Banach uzayının zayıf kompakt ve konveks her alt kümesi üzerinde tanımlanan ve her noktayı yine kümenin bir elemanına resmeden herhangi genişlemeyen fonksiyonun bir sabit noktası var ise o Banach uzayına genişlemeyen fonksiyonlar için zayıf sabit nokta teorisini sağlar denir.  $c_0$  ve  $\ell^1$  gibi klasik yansımayan Banach uzaylarının genişlemeyen fonksiyonlar için zayıf sabit nokta teorisini sağladığı fakat genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlamadığı iyi bilinen bir gerçektir. Son araştırmalar göstermektedir ki yansımalık ve sabit nokta teorisi arasında kuvvetli bir bağ bulunmaktadır. Sabit nokta teorisini sağlayacak şekilde yeniden normlanabilen yansımayan Banach uzaylarına dair ilk örnek Lin tarafından verilmiştir. Lin'in bu gerçeği Goebel ve

Kuczumow'un çalışmalarından esinlenerek ispatladığı söylenebilir öyle ki Goebel ve Kuczumow göstermiştir ki mutlak toplanabilir skaler dizilerin Banach uzayı  $\ell^1$ 'de genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayan kapalı, sınırlı ve konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf vardır. Maria ve Hernandes Lineares ise  $[0,1]$  aralığı üzerinde Lebesgue integrallenebilir fonksiyonlar uzayı  $L_1[0,1]$ 'in afin genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisinin sağlanacak şekilde yeniden normlanabileceğini göstermiştir. Nezir ve Sivek son çalışmalarında  $L_1[0,1]$ 'in bir analogu olan Lorentz fonksiyon uzayları  $L_{w,1}[0,1]$  'i incelemiştir. Alspach'ın  $L_1[0,1]$ 'in zayıf sabit nokta teorisini sağlamadığını gösterdiği gibi  $L_{w,1}[0,1]$  'in de zayıf sabit nokta teorisini sağlamadığını göstermişlerdir. Biz bu çalışmada  $L_{w,1}[0,1]$  üzerinde incelemeler yapmaktayız ve göstermekteyiz ki  $L_{w,1}[0,1]$  içinde afin genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayan çok geniş bir sınıf vardır.

**Anahtar Kelimeler:** sabit nokta teorisi, kapalı sınırlı konveks, Lorentz fonksiyon uzayları, genişlemeyen fonksiyonlar

## 1.INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

There is a strong relation between reflexivity and fixed point property for non-expansive mappings. It is an open question whether or not every non-reflexive fails the fixed point property for non-expansive mappings but it was shown by Lin (2008) that a non-reflexive Banach space failing to have the fixed point property for non-expansive mappings can be renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings. Lin showed this fact by setting an equivalent norm on Banach space of absolutely summable scalar sequences,  $\ell^1$ . Because of sharing many common properties, it is natural to ask if , Banach space of scalar sequences converging to 0,  $c_0$  can be renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings as another well known classical non-reflexive Banach space. Recently, Nezir and Mustafa (2018) showed that  $c_0$  can be renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings under affinity condition. So their work showed that  $c_0$  is in the class of non-reflexive Banach spaces having fixed point property for non-expansive mappings under affinity condition such that Maria and Hernandes Lineares (2012) obtained the first example for this class and they showed that Banach space of Lebesgue integrable functions on  $[0,1]$ ,  $L_1[0,1]$  can be renormed to have fixed point property for affine non-expansive mappings. It can be said that all these works are inspired by the work of Goebel and Kuczumow (1979). Goebel and Kuczumow (1979) showed that there exists very large class of non-weakly compact, closed, bounded and convex subsets of  $\ell^1$  respect to weak\* topology of  $\ell^1$  with fixed point property for non-expansive mappings.

As researchers have investigated analogous results on different Banach spaces to Lin's result, especially  $\ell^1$ -like Banach spaces has become center of interest. Recently, Nezir and Sivek

investigated an  $L_1[0,1]$  analogue Banach space, Lorentz function space  $L_{w,1}[0,1]$  by a paper in preparation. Lorentz function space  $L_{w,1}[0,1]$  were introduced by Lorentz (1930). Nezir and Sivek, in their paper in preparation, show that  $L_{w,1}[0,1]$  fails the weak fixed point property for non-expansive mappings as Alspach (1981) gave the first example of a Banach space failing the weak fixed point property for non-expansive mappings. It is an open question whether or not these spaces can be renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings but as Goebel and Kuczumow's work becoming the lead study, it is important to work on Goebel and Kuczumow analogy for them.

Thus, in this study, we work on Goebel and Kuczumow analogy for  $L_{w,1}[0,1]$  and show that there exists a very large class of closed, bounded and convex subsets of  $L_{w,1}[0,1]$  with fixed point property for non-expansive mappings under affinity condition.

Now, we provide preliminaries that are required for obtaining our main results.

Throughout the study, we denote the set of all positive integers and the set of all real numbers by  $N$  and  $R$ , respectively. Throughout this paper our scalar field is  $R$ .

As usual, we define the Banach space  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  by the vector space of all scalar sequences converging to 0 such that  $\|x\|_\infty := \sup_{n \in N} |x_n|$ , for all  $x = (x_n)_{n \in N} \in c_0$ ; and  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  is the vector space of all absolutely summable scalar sequences such that  $\|x\|_1 := \sum_{n=1}^{\infty} |x_n|$  for all  $x = (x_n)_{n \in N} \in \ell^1$ .

**Definition 1.1** Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach space and  $C$  is a non-empty closed, bounded, convex subset.

1. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that for all  $\lambda \in [0,1]$  and for all  $x, y \in C$ ,  $T((1-\lambda)x + \lambda y) = (1-\lambda)T(x) + \lambda T(y)$ . then  $T$  is said to be an affine mapping.
2. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that  $\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|$ , for all  $x, y \in C$  then  $T$  is said to be a nonexpansive mapping.

Also, if for every nonexpansive mapping  $T: C \rightarrow C$ , there exists  $z \in C$  with  $T(z) = z$ , then  $C$  is said to have the fixed point property for nonexpansive mappings [fpp(ne)].

In 1979, Goebel and Kuczumow showed there exists a large class of closed, bounded and convex subsets of  $\ell^1$  using a key lemma they obtained. Their lemma says that if  $\{x_n\}$  is a sequence in  $\ell^1$  converging to  $x$  in weak-star topology, then for any  $y \in \ell^1$ ,

$$r(y) = r(x) + \|y - x\|_1 \text{ where } r(y) = \limsup_n \|x_n - y\|_1 .$$

$L_1[0,1]$  analogue Lorentz space is defined as follows:

**Definition 1.2** Let  $w \in (0,1)$ .

$$L_{w,1}[0,1] := \left\{ f: [0,1] \rightarrow \mathbb{R} \text{ measurable} \left| \|x\|_{w,1} := \int_0^1 \frac{wf^*(t)}{t^{1-w}} dt < \infty \right. \right\}$$

where  $f^*(t)$  is the decreasing rearrangement of  $|f(t)|$ ; that is,  $f^*(t)$  is ordered decreasing and equimeasurable with  $|f(t)|$  [Lorentz (1930)].

The following lemma is clearly inspired by Goebel and Kuczumow's lemma and it will be a key for our results such that its proof is straightforward.

**Lemma 1.3** Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach space.

1. If  $X$  has Banach-Saks property and  $x \in X$  is the weak limit of a bounded sequence  $(x_n)_n$  then there exists a subsequence  $(x_{n_k})_k$  whose Cesaro norm limit is  $x$  such that if  $s$  is defined by  $s(y) = \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{n_k} - y \right\|$ ,  $\forall y \in X$ , then we have  $s(x) = 0$  and  $s(y) = \|y - x\|$ ,  $\forall y \in X$ .

2. If  $X$  has weak Banach-Saks property and  $x \in X$  is the weak limit of the sequence  $(x_n)_n$  then there exists a subsequence  $(x_{n_k})_k$  whose Cesaro norm limit is  $x$  such that if  $s$  is defined by  $s(y) = \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{n_k} - y \right\|$ ,  $\forall y \in X$ , then we have  $s(x) = 0$  and  $s(y) = \|y - x\|$ ,  $\forall y \in X$ .

Hence, due to Banach Saks property of our space (see for example [Astashkin and Sukochev (2007), Rakov (1979) and Rakov (1982)]), the above applies.

## 2.MAIN RESULT

In this section, we present our results. We show that there exists a large class of closed, bounded and convex subsets in  $L_{w,1}[0,1]$  with the fixed point property for affine non-expansive mappings. So we demonstrate examples of these subsets and provide a theorem related with each of them.

**Example 2.1** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{(n+1)t^{n+1-w}}{w}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$  and and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_{w,1}[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.2** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{nt^{1-w}e^{nt}}{w(e^n-1)}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$  and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1, f_{n+1} := e_{n+1}, \forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_{w,1}[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.3** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{nt^{1-w}e^{nt}}{w(e^n-1)} \chi_{[0, \frac{1}{n}]}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ , where  $\chi$  is the characteristics function, and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1, f_{n+1} := e_{n+1}, \forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_{w,1}[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.4** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{4nt^{1-w}}{\pi w(1+n^2t^2)} \chi_{[0, \frac{1}{n}]}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ , where  $\chi$  is the characteristics function, and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1, f_{n+1} := e_{n+1}, \forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_{w,1}[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.5** Define any normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_{w,1}[0,1]$  by setting  $f_1 := b \frac{t^{1-w}}{w} e_1, f_{n+1} := b \frac{t^{1-w}}{w} e_{n+1}, \forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_{w,1}[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Theorem 2.6** For any  $b, c \in (0,1)$ , each of the sets  $E$  defined as in the examples above has the fixed point property for affine  $\|\cdot\|_{w,1}$ -nonexpansive mappings.

*Proof.* We will be using the proof steps of Goebel and Kuczumow given in detailed as in Everest's Ph.D. thesis (2013), written under supervision of Lennard. Let  $T: E \rightarrow E$  be a nonexpansive mapping. Then, there exists a sequence  $(x^{(n)})_{n \in \mathbb{N}} \in E$  such that

$$\|Tx^{(n)} - x^{(n)}\|_{w,1} \xrightarrow{n} 0.$$

Without loss of generality, passing to a subsequence if necessary, there exists  $x \in L_{w,1}[0,1]$

such that  $x^{(n)}$  converges to  $x$  in weak\* topology. Then, by Lemma 1.3, we can define a function  $s: L_{w,1}[0,1] \rightarrow [0, \infty)$  by

$$s(y) = \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - y \right\|_{w,1}, \quad \forall y \in L_{w,1}[0,1];$$

then,  $s(y) = \|y - x\|_{w,1}$ ,  $\forall y \in L_{w,1}[0,1]$ .

Next, define

$$W := \overline{E}^{w*} = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n \leq 1 \right\}$$

**Case 1:**  $x \in E$ .

Then, we have  $s(Tx) = \|Tx - x\|_{w,1}$ .

Also,

$$\begin{aligned} s(Tx) &= \limsup_m \left\| Tx - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{w,1} \\ &\leq \limsup_m \left\| Tx - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{w,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{w,1}. \end{aligned}$$

Then, since  $T$  is affine,

$$\begin{aligned} s(Tz) &\leq \limsup_m \left\| Tx - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{w,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m Tx^{(k)} \right\|_{w,1} \\ &\leq \limsup_m \left\| x - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{w,1} \\ &= s(x). \end{aligned}$$

Therefore,  $\|x - Tx\|_{w,1} \leq 0$  and so  $Tx = x$ .

**Case 2:**  $x \in W \setminus E$ .

Then,  $x$  is of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n < 1$  and  $\gamma_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$  and  $\gamma_1 = c$ .

Define  $\delta := 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n$  and next define

$$h := (\gamma_1 + \delta)f_1 + \sum_{n=2}^{\infty} \gamma_n f_n.$$

Then,  $\|h - x\|_{w,1} = \|b\delta e_1\|_{w,1} = b\delta$ .

Now fix  $y \in E$  of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1$  with  $t_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$  and  $t_1 = c$ .

Then,

$$\begin{aligned} \|y - x\|_{w,1} &= \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right\|_{w,1} = \int_0^1 \left| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right| dm \\ &\geq \left| \sum_{k=1}^{\infty} (t_k - \gamma_k) \int_0^1 f_k dm \right| = \left| \sum_{k=2}^{\infty} t_k - \gamma_k \right| = \delta. \end{aligned}$$

Then, for any  $y \in E$  and for  $x \in W \setminus E$ ,  $\|y - x\|_{w,1} \geq \|h - x\|_{w,1}$  (1) then let  $\min_{y \in E} \|y - x\|_{w,1} =: \Gamma$ . Now, define a subset in our set by

$$\Lambda := \{y : \|y - x\|_{w,1} \leq \Gamma\}.$$

Note that  $\Lambda \subseteq E$  is a nonempty compact convex subset such that for any  $h \in \Lambda$ ,

$$\begin{aligned} s(Th) &= \limsup_m \left\| Th - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{w,1} \\ &\leq \limsup_m \left\| Th - T \left( \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right) \right\|_{w,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - T \left( \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right) \right\|_{w,1} \end{aligned}$$

But since  $T$  is affine

$$\begin{aligned} s(Th) &\leq \limsup_m \left\| Th - T \left( \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right) \right\|_{w,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m T x^{(k)} \right\|_{w,1} \\ &\leq \limsup_m \left\| h - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{w,1} \\ &= s(h). \end{aligned}$$

Also,  $s(Th) = \|x - Th\|_{w,1}$  and  $s(h) = \|x - h\|_{w,1}$ . Hence, using (1) above

$$\begin{aligned} \|x - Th\|_{w,1} &\leq \|x - h\|_{w,1} \Rightarrow \|x - Th\|_{w,1} = \|x - h\|_{w,1} \\ &\Rightarrow Th \in \Lambda. \end{aligned}$$

Therefore,  $T(\Lambda) \subseteq \Lambda$  and since  $T$  is continuous, Schauder's Fixed Point Theorem (1930) tells us that  $T$  has a fixed point such that  $h = h_{\lambda_0}$  is the unique minimizer of  $\|y - x\|_{w,1} : y \in E$  and  $Th = h$ .

Therefore,  $E$  has fpp(ne) as desired.

### 3.CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, we investigated Goebel and Kuczumow's analogy for  $L_{w,1}[0,1]$  but under affinity hypothesis. Then, we showed that there exists a large class of non-weak\* compact, closed, bounded and convex subsets of  $L_{w,1}[0,1]$  with the fixed point property for affine non-expansive mappings. It is known by Alspach's result that in  $L_1[0,1]$ , there exists a fixed point-free non-expansive mapping on a weakly compact subset of  $L_1[0,1]$ . Thus, we worked on the converse question for Lorentz space  $L_1[0,1]$  under affinity condition; that is, we wonder an answer for the question whether or not there exists a non-weakly compact subset with fixed

point property for affine non-expansive mappings and we gave positive answer. In fact, we obtain a large class class satisfying the result. Researchers may work on obtaining larger classes with the fixed point for non-expansive mappings in the space.

## REFERENCES

- Alspach, D. E. 1981. A fixed point free nonexpansive map. Proceedings of the American Mathematical Society, 82(3), 423-424.
- Astashkin, S. V. and Sukochev, F. A. 2007. Banach-Saks property in Marcinkiewicz spaces. J. Math. Anal. Appl., 336(2), 1231-1258.
- Benavides, T. D. 2009. A renorming of some nonseparable Banach spaces with the fixed point property. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 350(2), 525-530.
- Brézis, H. and Lieb, E. 1983. A relation between pointwise convergence of functions and convergence of functionals. Proceedings of the American Mathematical Society, 88(3), pp.486-490.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2004. Weak compactness is equivalent to the fixed point property in  $c_0$ . Proceedings of the American Mathematical Society, 1659-1666.
- Goebel, K. and Kuczumow, T. 1979. Irregular convex sets with fixed-point property for nonexpansive mappings. In Colloquium Mathematicum, 2(40), 259-264.
- Everest, T. 2013. Fixed points of nonexpansive maps on closed, bounded, convex sets in  $l^1$ . Ph.D. Thesis, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA.
- Kirk, W. A. 1965. A fixed point theorem for mappings which do not increase distances. The American mathematical monthly, 72(9), 1004-1006.
- Lennard, C. and Nezir, V. 2014. Reflexivity is equivalent to the perturbed fixed point property for cascading nonexpansive maps in Banach lattices. Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 95, 414-420.
- Lin, P. K. 2008. There is an equivalent norm on  $\ell_1$  that has the fixed point property. Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 68(8), pp.2303-2308.
- Hernández-Linares, C. A. 2011. Propiedad de punto fijo, normas equivalentes y espacios de funciones no-conmutativos, Ph.D. thesis, Universidad de Sevilla.
- Lorentz, G. G. 1950. Some new functional spaces. Annals of Mathematics, 37-55.
- Rakov, S. A. 1979. Banach-Saks property of a Banach space. Math. notes of the Academy of Sciences of the USSR, 26(6), 909-916.
- Rakov, S. A. 1982. Banach-Saks exponent of certain Banach spaces of sequences. Math. notes of the Academy of Sciences of the USSR, 32(5), 791-797.
- Schauder, J. 1930. Der Fixpunktsatz in Funktionalraumen. Studia. Math., 2, 171-180.



A LARGE CLASS IN  $L_1[0,1]$  WITH FIXED POINT PROPERTY FOR  
NONEXPANSIVE MAPPINGS

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,  
Ebru TOPCU

Kafkas University,

**ABSTRACT**

Goebel and Kuczumow showed that there exists a very large class of closed, bounded, convex subsets in Banach space of absolutely summable scalar sequences,  $\ell^1$  with fixed point property for nonexpansive mappings. Inspired by their facts, later, Lin proved that  $\ell^1$  can be renormed to have the fixed point property for nonexpansive mappings. His example was the first example of a nonreflexive Banach space which can be renormed to have the fixed point property. Researchers wonder whether or not there exist more examples. Maria and Hernandes Lineares showed that Banach space of Lebesgue integrable functions on  $[0,1]$ ,  $L_1[0,1]$  can be renormed to have fixed point property for affine nonexpansive mappings. However, there was no investigation for Goebel and Kuczumow's analogy of this space. In this study, we show that there exists a very large class of closed, bounded, convex subsets in  $L_1[0,1]$  with fixed point property for nonexpansive mappings.

**Keywords:** fixed point property, closed bounded convex, Lebesgue function spaces, nonexpansive mappings.

**ÖZET**

Goebel ve Kuczumow göstermiştir ki mutlak toplanabilir skaler dizilerin Banach uzayı  $\ell^1$ 'de genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayan kapalı, sınırlı ve konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf vardır. Bu gerçekten esinlenerek, Lin  $\ell^1$ 'in genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayacak şekilde yeniden normlanabileceğini ispatlamıştır. Lin'in bu çalışması yansımayan Banach uzaylarının bazılarının genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayacak şekilde yeniden normlanabileceğine dair ilk örneği olmuştur. Araştırmacıların daha fazla örneklerin olup olmayacağı konusunda ilgisi bulunmaktadır. Maria ve Hernandes Lineares ise  $[0,1]$  aralığı üzerinde Lebesgue integrallenebilir fonksiyonlar uzayı  $L_1[0,1]$ 'in afin genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisinin sağlanacak şekilde yeniden normlanabileceğini göstermiştir. Fakat Goebel ve Kuczumow analojisinin bu uzay üzerine bir incelemesi yapılmamıştır. Bu çalışmada biz göstermekteyiz ki  $L_1[0,1]$  içinde genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayan çok geniş bir sınıf vardır.

**Anahtar Kelimeler:** sabit nokta teorisi, kapalı sınırlı konveks, Lebesgue fonksiyon uzayları, genişlemeyen fonksiyonlar

## 1.INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

A Banach space is called to have the fixed point property for non-expansive mappings if any non-expansive self mappings defined on any non-empty closed, bounded and convex subset of the Banach space has a fixed point. Here non-expansive mapping means distance between points cannot exceed distance between their images. Moreover, a Banach space is called to have the weak fixed point property for non-expansive mappings if any non-expansive mapping defined on any non-empty weakly compact and convex subset of the Banach space has a fixed point. It is well known that most classical non-reflexive Banach space such as Banach space of absolutely summable scalar sequences,  $\ell^1$ , Banach space of scalar sequences converging to 0,  $c_0$  and Banach space of Lebesgue integrable functions defined on  $[0,1]$ ,  $L_1[0,1]$  fail the fixed point property for non-expansive mappings. Also, it is clear that the fixed point property for non-expansive mappings implies the weak fixed point property for non-expansive mappings but it was shown by Alspach (1981) that the converse does not hold. Alspach showed this fact by finding a fixed point-free non-expansive self mapping defined on a weakly compact subset of  $L_1[0,1]$ . Hence, his fact also shows that  $L_1[0,1]$  fails the fixed point property for non-expansive mappings. Furthermore, Dowling et al. (2004) showed that weak compactness in  $c_0$  is equivalent to the fixed point property for non-expansive mappings. That is, there exists a fixed point-free non-expansive mapping on any non-empty weakly compact and convex subset of  $c_0$ . But Goebel and Kuczumow (1979) showed earlier that the analogous idea does not work for  $\ell^1$  by showing there exists very large class of non-weakly compact, closed, bounded and convex subsets of  $\ell^1$  respect to weak\* topology of  $\ell^1$  with fixed point property for non-expansive mappings. Inspired by their work, Lin (2008) showed that  $\ell^1$  can be renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings. Lin's work was the first example of a non-reflexive Banach space that can be renormed to have the fixed point property. Contrary, Kirk (1965) proved that every reflexive Banach space with normal structure has the fixed point property for non-expansive mappings and Dominguez Benavides (2009) showed that every reflexive Banach space can be renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings. By a joint paper, Lennard and Nezir (2013) showed that if a Banach space is a Banach lattice, then it can be renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings if and only if it is reflexive. Hence, there is strong relation between reflexivity and fixed point property.

Returning to Alspach's result, there was an open question whether or not Goebel and Kuczumow's analogy is possible; that is, whether or not there exists a class of closed, bounded and convex subsets of  $L_1[0,1]$  with fixed point property for non-expansive mappings. In this study, we show that there exists a very large class of closed, bounded and convex subsets of  $L_1[0,1]$  with fixed point property for non-expansive mappings.

Now, we provide preliminaries that are required for obtaining our main results.

Throughout the study, we denote the set of all positive integers and the set of all real numbers by  $\mathbb{N}$  and  $\mathbb{R}$ , respectively. Throughout this paper our scalar field is  $\mathbb{R}$ .

As usual, we define the Banach space  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  by the vector space of all scalar sequences converging to 0 such that  $\|x\|_\infty := \sup_{n \in \mathbb{N}} |x_n|$ , for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0$ ; and  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  is the vector space of all absolutely summable scalar sequences such that  $\|x\|_1 := \sum_{n=1}^{\infty} |x_n|$  for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in \ell^1$ .

**Definition 1.1** Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach space and  $C$  is a non-empty closed, bounded, convex subset.

1. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that for all  $\lambda \in [0,1]$  and for all  $x, y \in C$ ,  $T((1 - \lambda)x + \lambda y) = (1 - \lambda)T(x) + \lambda T(y)$ . then  $T$  is said to be an affine mapping.
2. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that  $\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|$ , for all  $x, y \in C$  then  $T$  is said to be a nonexpansive mapping.

Also, if for every nonexpansive mapping  $T: C \rightarrow C$ , there exists  $z \in C$  with  $T(z) = z$ , then  $C$  is said to have the fixed point property for nonexpansive mappings [fpp(ne)].

In 1979, Goebel and Kuczumow showed there exists a large class of closed, bounded and convex subsets of  $\ell^1$  using a key lemma they obtained. Their lemma says that if  $\{x_n\}$  is a sequence in  $\ell^1$  converging to  $x$  in weak-star topology, then for any  $y \in \ell^1$ ,

$$r(y) = r(x) + \|y - x\|_1 \text{ where } r(y) = \limsup_n \|x_n - y\|_1 .$$

The analogue of this lemma for  $L_1[0,1]$  is observed via the result in Brezis and Lieb (1983). Note that Hernández-Linares (2011) pointed this fact in his Ph.D. thesis, written under supervision of Maria Japon Pineda. Now we provide the lemma which is deduced by their results and will be key for our results in this section.

**Lemma 1.2** Let  $\{f_n\}_{n \in \mathbb{N}}$  be a sequence of real valued measurable functions which are uniformly bounded in  $L_1[0,1]$ . Assume that  $f_n$  converges to an  $f \in L_1[0,1]$  pointwise almost everywhere (a.e.). Then for any  $g \in L_1[0,1]$ ,

$$S(g) = S(f) + \|f - g\|_1 \text{ where } S(g) = \limsup_n \|f_n - g\|_1 .$$

Note that the above facts were pointed in a work which is in preparation by Nezir and Sivek.

## 2.MAIN RESULT

In this section, we present our results. We show that there exists a large class of closed, bounded and convex subsets in  $L_1[0,1]$  with the fixed point property for non-expansive mappings. So we demonstrate examples of these subsets and provide a theorem related with each of them.

**Example 2.1** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $e_n := (n+1)t^n$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$  and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.2** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{ne^{nt}}{e^{n-1}}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$  and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.3** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{ne^{nt}}{e-1} \chi_{[0, \frac{1}{n}]}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ , where  $\chi$  is the characteristics funtion, and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.5** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{4n}{\pi(1+n^2t^2)} \chi_{[0, \frac{1}{n}]}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ , where  $\chi$  is the characteristics funtion, and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.6** Define any normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Theorem 2.7** For any  $b, c \in (0,1)$ , each of the sets  $E$  defined as in the examples above has the fixed point property for  $\|\cdot\|_1$ -nonexpansive mappings.

*Proof.* Let  $T: E \rightarrow E$  be a nonexpansive mapping. Then, there exists a sequence  $(x^{(n)})_{n \in \mathbb{N}} \in E$  such that  $\|Tx^{(n)} - x^{(n)}\|_1 \xrightarrow{n} 0$ . Without loss of generality, passing to a subsequence if necessary, there exists  $x \in L_1[0,1]$  such that  $x^{(n)}$  converges to  $x$  in weak\* topology. Then, by Lemma 1.2, we can define a function  $s: L_1[0,1] \rightarrow [0, \infty)$  by

$$s(y) = \limsup_n \|x^{(n)} - y\|_1, \quad \forall y \in L_1[0,1]$$

and so

$$s(y) = s(y) + \|y - x\|_1, \quad \forall y \in L_1[0,1].$$

Next, define

$$W := \overline{E}^{w*} = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n \leq 1 \right\}$$

*Case 1:  $x \in E$ .*

Then, we have  $s(Tx) = s(x) + \|Tx - x\|_1$  and

$$\begin{aligned} s(Tx) &= \limsup_n \|Tx - x^{(n)}\|_1 \\ &\leq \limsup_n \|Tx - T(x^{(n)})\|_1 + \limsup_n \|x^{(n)} - T(x^{(n)})\|_1 \\ &\leq \limsup_n \|x - x^{(n)}\|_1 \\ &= s(x). \end{aligned}$$

Therefore,  $\|x - Tx\| \leq 0$  and so  $Tx = x$ .

*Case 2:  $x \in W \setminus E$ .*

Then,  $x$  is of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n < 1$  and  $\gamma_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$  and  $\gamma_1 = c$ .

Define  $\delta := 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n$  and next define

$$h := (\gamma_1 + \delta)f_1 + \sum_{n=2}^{\infty} \gamma_n f_n.$$

Then,  $\|h - x\|_1 = \|b\delta e_1\|_1 = b\delta$ .

Now fix  $y \in E$  of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1$  with  $t_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$  and  $t_1 = c$ .

Then,

$$\begin{aligned} \|y - x\|_1 &= \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right\|_1 = \int_0^1 \left| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right| dm \\ &\geq \left| \sum_{k=1}^{\infty} (t_k - \gamma_k) \int_0^1 f_k dm \right| = \left| \sum_{k=2}^{\infty} t_k - \gamma_k \right| = \delta. \end{aligned}$$

Then, for any  $y \in E$  and for  $x \in W \setminus E$ ,  $\|y - x\|_1 \geq \|h - x\|_1$  (1) then

let  $\min_{y \in E} \|y - x\|_1 =: \Gamma$ . Now, define a subset in our set by

$$\Lambda := \{y : \|y - x\|_1 \leq \Gamma\}.$$

Note that  $\Lambda \subseteq E$  is a nonempty compact convex subset such that for any  $h \in \Lambda$ ,

$$\begin{aligned} s(Th) &= \limsup_n \|Th - x^{(n)}\|_1 \\ &\leq \limsup_n \|Th - T(x^{(n)})\|_1 + \limsup_n \|x^{(n)} - T(x^{(n)})\|_1 \\ &\leq \limsup_n \|h - x^{(n)}\|_1 \\ &= s(h). \end{aligned}$$

Moreover,  $s(Th) = s(x) + \|x - Th\|_1$  and  $s(h) = s(x) + \|x - h\|_1$ .

Hence, using (1) above,

$$\begin{aligned} \|x - Th\|_1 \leq \|x - h\|_1 &\Rightarrow \|x - Th\|_1 = \|x - h\|_1 \\ &\Rightarrow Th \in \Lambda. \end{aligned}$$

Therefore,  $T(\Lambda) \subseteq \Lambda$  and since  $T$  is continuous, Schauder's Fixed Point Theorem (1930) tells us that  $T$  has a fixed point such that  $h = h_{\lambda_0}$  is the unique minimizer of  $\|y - x\|_{\rho,1} : y \in E$  and  $Th = h$ .

### 3.CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, we investigated Goebel and Kuczumow's analogy for  $L_1[0,1]$ . Then, we showed that there exists a large class of non-weak\* compact, closed, bounded and convex subsets of  $L_1[0,1]$  with the fixed point property for non-expansive mappings. It is known by Alspach's result that in  $L_1[0,1]$ , there exists a fixed point-free non-expansive mapping on a weakly compact subset of  $L_1[0,1]$ . Thus, we worked on the converse question whether or not there exists a non-weakly compact subset with fixed point property and we gave positive answer. In fact, we obtain a large class class satisfying the result. Researchers may work on obtaining larger classes with the fixed point for non-expansive mappings in the space.

### REFERENCES

- Alspach, D. E. 1981. A fixed point free nonexpansive map. Proceedings of the American Mathematical Society, 82(3), 423-424.
- Benavides, T. D. 2009. A renorming of some nonseparable Banach spaces with the fixed point property. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 350(2), 525-530.
- Brézis, H. and Lieb, E. 1983. A relation between pointwise convergence of functions and convergence of functionals. Proceedings of the American Mathematical Society, 88(3), pp.486-490.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2004. Weak compactness is equivalent to the fixed point property in  $c_0$ . Proceedings of the American Mathematical Society, 1659-1666.
- Goebel, K. and Kuczumow, T. 1979. Irregular convex sets with fixed-point property for nonexpansive mappings. In Colloquium Mathematicum, 2(40), 259-264.

- Kirk, W. A. 1965. A fixed point theorem for mappings which do not increase distances. The American mathematical monthly, 72(9), 1004-1006.
- Lennard, C. and Nezir, V. 2014. Reflexivity is equivalent to the perturbed fixed point property for cascading nonexpansive maps in Banach lattices. Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 95, 414-420.
- Lin, P. K. 2008. There is an equivalent norm on  $\ell_1$  that has the fixed point property. Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 68(8), pp.2303-2308.
- Hernández-Linares, C. A. 2011. Propiedad de punto fijo, normas equivalentes y espacios de funciones no-conmutativos, Ph.D. thesis, Universidad de Sevilla.

**SOSYAL BİLİMLERDE MATEMATİK EĞİTİMİ: MÜFREDAT, YÖNTEM VE  
MODELLEME**

**Doç. Dr. Cavit YEŞİLYURT**

Atatürk Üniversitesi

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü

Orcid id: 0000-0001-9814-4085

**ÖZET**

Matematiğin insan hayatındaki yerini ve önemini anlamak için matematikçi olmak bile gerekmez. İnsanoğlu eşya ile tanıştığı bebeklik döneminde bile matematikle muhatap olmaktadır ya da matematiği kullanmaktadır. Henüz kendini ifade edebilecek çağa gelmese de bebek, çevresinde olan biteni algılamaya çalışırken farkına varmasa da matematiği kullanmaya başlamıştır artık. Hemen her toplumda, ilkokul çağındaki çocukların bile, eğitimini izleyen ailesi, öğretmeni ya da ilgili eğitim uzmanları çocuğun matematikle ilgisini ölçmeye çalışırlar. “Matematiğin nasıl ya da matematikte nasılsın” sorusu çocukların karşılaştığı en temel sorudur dense abartı olmaz sanırım.

Daha sonraki eğitim düzeylerinde yer yer hayattaki başarı için matematiğe ümit bağlanmaya başlar. Sınav denince artık ilk akla gelen matematik olur ve eğer doğru ilişki kurulamadı ise öğrencilerin korkusu yine matematik olur. Peki, insanoğlunu bu kadar kuşatan ve asla ondan arı olamadığı matematik nedir? Matematik var mıdır, yapılırmı? Matematik sadece matematikçilerin uğraştığı bir bilim midir yoksa bilimlerin anası mı? Matematik kolay mıdır zor mudur? Kime kolay, kime zordur? Zor mudur yoksa zorlaştırılmış mıdır? Bu ve benzeri sorular göreceli olduğu için doğal olarak cevapları da kişiden kişiye değişecektir.

Bu çalışmada iş, ekonomi ve sosyal bilimlerde matematiğin ne anlama geldiği, pür matematikçi olmayıp ancak eğitim süreçlerinde ve iş hayatlarında matematiği kullananlar için hangi düzeyde, hangi müfredatla ve nasıl bir matematik eğitimi verilmesi gerektiğinin üzerinde durulacaktır. İktisadi ve sosyal olayların analizinde kullanılan matematik yöntemlerin ve modellemelerin daha anlaşılır olması için doğası soyut olan matematikten somut çıkarsamalar yapmadaki zorlukların, belki de zorlaştırmaların nedenleri üzerinde durulacak ve bu problemin üstesinden gelmenin yolları tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Matematik, Sosyal Bilimlerde Matematik, Ekonomik Analiz için Matematik Eğitimi.

**Alanı:** Matematik/Sosyal Bilimlerde Matematik

**Türü:** Araştırma/İnceleme



## MATHEMATICS EDUCATION IN SOCIAL SCIENCES: CURRICULUM, METHOD AND MODELING

### ABSTRACT

To understand the place and importance of mathematics in human life, you don't even need to be a mathematician. Even in the infancy period where mankind met with prod, he deals with mathematics or uses mathematics. Although the baby has not yet reached the age to express himself, he has started to use mathematics even though he does not realize what is happening around him. In almost every society, even children of primary school age, their parents, teachers or related education specialists who follow their education try to measure the child's interest in mathematics. I don't think it is an exaggeration to say, how is your math or how math is you? Is the most basic question children face.

At later levels of education, hopes for success in life begin to connect to mathematics. The first thing that comes to mind is the math, and if the right relationship cannot be established, the fear of students becomes mathematics. So what is mathematics that surrounds mankind so much and can never be free from it? Do you have math, do you? Is mathematics a science that only mathematicians are dealing with, or is it the mother of science? Is math easy or difficult? To whom, easy to whom? Is it difficult or difficult? Since these and similar questions are relative, their answers will also change from person to person.

In this study, what mathematics means in mathematics in business, economics and social sciences is not a mathematician; The mathematical methods and models used in the analysis of economic and social phenomena will be more comprehensible, and the reasons for the difficulties in making concrete conclusions, perhaps the difficulties of abstract mathematics, and the ways to overcome this problem will be discussed.

**Key Words:** Mathematics, Mathematics in Social Sciences, Mathematics Education for Economic Analysis.

**Field:** Mathematics/ Mathematics in Social Sciences

**Type:** Research/Examination

### 1. GİRİŞ

Matematiğin doğası nedir? Anlamı nedir? İlgi alanları nelerdir? Matematikten gerçek hayatta ne tür yararlar sağlanır? (Sevüktekin ve Başkaya, 2011). Bu ve benzeri sorular ve cevapları matematik eğitiminin hangi alanda eğitim görenlere verildiğine göre de farklılık gösterebilmektedir. Matematik, matematikçi için bir araç olmayıp bilakis amaç iken mühendislik ve sosyal bilimlerde daha çok bir araç olarak karşımıza çıkar. Matematikçi için matematik, değerini kendi içinde taşıyan, katkısız bilme ilgisinin bir ürünü, bir düşünme ve doğruyu arama uğraşdır (Yıldırım, 1988). Matematikçi olmayanlar içinse matematik, kullanıldığı alana göre küçük farklılık göstermekle beraber daha çok matematik uygulamaları anlamına gelmektedir. Örneğin bir noktadaki türev kavramı bir fizikçi için hız kavramını hatırlatırken bir iktisatçı bundan marjinal gelir, marjinal fayda, marjinal kar vs. kavramlarını anlar. Mühendislik alanında da çeşitli hesaplamalar için kullanılan bu kavram matematikçi için evreni anlamaya dönük bir düşünceye dönüşür. Matematikçi bir noktadaki türevden bakarak varlık âlemini kuşatan boyutlardan biri olan zaman kavramının sürekliliğini görür. Dahası bu kavram matematikçiye zamanın da bir yaratılmış olduğunu ve izafi olduğunu söyler. Yine bir matematikçi için matematik, var mıdır, yapılır mı soruları anlamlı ve matematikçiler arasında bile uzlaşılammış derinlemesine bir tartışma konusu iken matematikçi olmayanlar için bu sorular aynı değeri ve ilgiyi görmezler. Onlar için matematik bir hesaplama ya da gerçek hayatı çeşitli sembollerle modelleme ve çözümlene anlamına gelir.

Bu çalışmada matematiğin ne olduğu ve ne anlama geldiği ile ilgili derinlemesine düşünsel faaliyet gerektiren bu soruların izahı matematiğin aydınlık dünyasına bırakılarak beşeri ve sosyal bilimlerde matematiğin ne anlama geldiği, hangi müfredatı, hangi metotlarla ve nasıl verilmesi gerektiğinin üzerinde durulacaktır.

## **2. MATERYAL VE YÖNTEM**

Üniversitelerin iktisadi ve idari bilimler fakültelerinin çeşitli bölümlerinde, çoğunlukla birinci sınıflarında okutulan tek dönemlik ya da iki dönemlik matematik, genel matematik, matematik I, matematik II, sosyal bilimlerde matematik I-II, ekonomik analiz için matematik, işletme matematiği, iktisadi matematik gibi dersler için Türkiye'deki çeşitli üniversitelerin resmi web sitelerinden bu derslere ait müfredatlar, kredi saatleri ve ders içerikleri alınarak ortak ya da benzer bir müfredatın olup olmadığı incelenecektir. Ayrıca konuyla ilgili yazılan Genel Matematik, Matematiksel Analiz, İşletme ve Ekonomi Öğrencileri için Uygulamalı matematik, İktisatçılar için Matematik, Sosyal Bilimlerde Matematik, Ekonomik Analiz için Temel Matematik vb. ders kitapları da incelenerek ortak ya da benzer bir müfredat analizi yapılacaktır. Daha sonra bu müfredat ve içeriğin hangi amaca göre oluşturulduğu ve nasıl verilmesi gerektiği hakkında bilgi verilecektir.

## **3. MÜFREDAT**

Bu başlık altında öncelikle konuyla ilgili ulusal ve uluslararası yazında yazılmış kitapların konu başlıklarına yer verilecektir. Böylelikle beşeri ve sosyal bilimler alanında lisans eğitimi veren bölümlerde ders içeriğinin ne olması gerektiği hakkında bir analiz yapılacaktır. Bu başlığın ikinci bölümünde ise İktisadi ve İdari Bilimler Fakültelerinin işletme, iktisat, ekonometri vb. bölümlerinin müfredat ve ders içeriklerine yer verilecektir.

### **3.1 İlgili Kitap İçerikleri**

Kitap içeriğine ilk örnek Türkiye'nin köklü ve aynı zamanda bünyesinde açık öğretimi de barındıran üniversitelerinden Anadolu Üniversitesi yayını olan genel Matematik Kitabının içeriğine yer verilecektir. Prof. Dr. Orhan Özer editörlüğünde editör dâhil 6 kişi tarafından yazılan bu kitap iki dönemlik ders için toplam 14 üniteden oluşmuştur. Bu üniteler sırasıyla;

1. Kümeler ve Sayılar
2. Özdeşlikler, Denklemler ve Eşitsizlikler
3. Koordinat Düzlemi Doğru ve Parabol Denklemi
4. Fonksiyonlar
5. Limit ve Süreklilik
6. Türev Kavramı
7. Türev Uygulamaları
8. Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar
9. Belirsiz integral
10. Belirli İntegral ve Uygulamaları
11. Doğrusal Denklem Sistemleri
12. Matrisler
13. Determinantlar
14. Doğrusal Programlama

Bu kitabın daha sonraki baskılarında 15. Ünite olarak çok değişkenli fonksiyonlar eklenmiştir.

İkinci olarak ülkemizin saygın üniversitelerinden Marmara Üniversitesi öğretim üyelerinden Doç. Dr. Ömer Önalın tarafından yazılan İşletme Matematiği kitabının içeriğine yer verilecektir. Halen aynı üniversitenin işletme fakültesi sayısal yöntemler anabilim dalında profesör olarak çalışan Önalın'ın lisans mezuniyetinin Matematik, yüksek lisans ve doktora eğitiminin İşletme/Sayısal Yöntemler olması konuya hâkimiyeti bakımından önemlidir. Kitap iki sönestre için yazılmış ve içeriği şöyledir (Önalın, 2011).

1. Matematiksel Modeller
2. Sayı Sistemleri
3. Fonksiyonlar
4. Lineer Modeller
5. Limit
6. Türev ve Diferansiyeller
7. Lineer Olmayan Modeller
8. Taylor Formülü ve Uygulamaları
9. Çok Değişkenli Fonksiyonlar
10. Belirsiz İntegral
11. Belirli İntegral
12. Genelleştirilmiş İntegraller
13. Çok Katlı İntegraller
14. Diferansiyel Denklemler
15. Sonsuz Diziler ve Seriler
16. Matris Cebri
17. Belirsizliğin Matematiği
18. Markov Sistemleri
19. Lineer Programlama
20. Öklid Uzayları
21. Finans Matematiği

Konu ile ilgili benzer içeriğe sahip birçok ulusal yayına rastlamak mümkündür. Bunlardan bazılarını şöyledir.

1. Prof. Dr. Zeki Çakmak, İktisadi ve İdari Bilimlerde Matematik I-II
2. Doç. Dr. Zeki Çakmak ve Emel Selimoğlu, Sosyal Bilimlerde Matematik
3. Doç. Dr. Fatih Nuray, Genel Matematik
4. Prof. Dr. Yılmaz Tulunay, İşletme Matematiği
5. Prof. Dr. Mustafa Sevuğtekin ve Doç. Dr. Zehra Başkaya, Matematiksel Analiz
6. Prof. Dr. Ayşe Kuruüzüm ve Doç. Dr. Emre İpekçi Çetin, İşletme ve Ekonomi Öğrencileri için Uygulamalı Matematik
7. Mehmet Pekkaya, İşletme İktisat için Genel Matematik I ve Matematiksel Yöntemler
8. Prof. Dr. Emine Kılavuz, İktisatçılar için Matematik

Türkçeye de çevirisi yapılan ve Türkiye'deki üniversitelerin işletme, iktisat ve yaşam bilimlerinde okutulan uluslararası yayınlardan bazılarını ve içeriklerini de aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

Mond A. Barnett, Michael R. Ziegler ve Karl E. Byleen tarafından kaleme alınan Calculus For Business, Economics, Life Sciences and Social Sciences kitabının çeviri editörlüğünü Prof. Dr. Arif Sabuncuoğlu yapmış ve Türkçeye İşletme, İktisat, Yaşam Bilimleri ve Sosyal Bilimler için Genel Matematik olarak çevrilmiştir. Kitabın içeriği 9 kısımdan oluşmuştur. Bunlar;

1. Elementer Fonksiyonlar

2. Diferansiyel Hesap
3. Limit ve Türev
4. Türevle İlgili ek Konular
5. Grafik çizimi ve Optimizasyon
6. İntegral
7. İntegralle İlgili Ek Konular
8. Çok Değişkenli Diferansiyel Hesap
9. Trigonometrik Fonksiyonlar

Kitapta Temel Cebir Bilgileri, Özel Konular ve Tablolar da sırasıyla Ek A, Ek B ve Ek C olarak verilmiştir.

Bu bağlamda sunacağımız ikinci kitap Knut SYDSAETER ve Peter HAMMOND tarafından yazılan ve editörlüğünü Erdinç Telatar'ın yaptığı Mubariz Hassanov ve Burak Doğan tarafından Türkçeye çevrilen Ekonomik Analiz için Temel Matematik kitabıdır. On altı bölümden oluşan bu kitabın ilk üç ünitesi Cebir, Denklemler ve Muhtelif Konular olmak üzere giriş konuları olarak ele alınmıştır. Dördüncü bölümde Tek değişkenli Fonksiyonlar, beşinci bölümde Fonksiyonların özellikleri verilmiştir. Diğer bölüm başlıkları ise şöyledir. Altıncı bölümde Türev, yedinci bölümde Türevin Kullanımı, sekizinci bölümde Tek Değişkenli Optimizasyon, dokuzuncu bölüm integrale ayrılmıştır. Onuncu bölümde Finansal Konulara değinilmiştir. On birinci bölümde Çok Değişkenli Fonksiyonlar, on ikinci bölümde Karşılaştırmalı Statik Aletleri, on üçüncü bölümde Çok Değişkenli Optimizasyon ve on dördüncü bölümde de Kısıtlı Optimizasyon verilmiştir. On beşinci ve on altıncı bölümlerde ise matris ve determinantlar ile kitap tamamlanmıştır.

Uluslararası yayınlar bağlamında ele alacağımız son kitap ise Schaum serisinden çıkan Edward T. Dowling'in kaleminden ve çevirisini H. Hilmi Hacısalıhoğlu ve Adnan Köksal'ın yaptığı İş, Ekonomi ve Sosyal Bilimler İçin Matematiktir. Kitabın içindekiler kısmı ise;

1. Kısa Tekrarlar
2. Denklemler ve Grafikler
3. Fonksiyonlar
4. Türev
5. Türev Alma
6. Türevin Kullanım Alanları
7. Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar
8. İntegrasyon
9. Çok Değişkenli Hesaplama
10. İntegrasyon ve Çok Değişkenli Hesaplama ile İlgili Diğer Bilgiler şeklindedir.

### 3.2 İlgili Bölümleri Ders İçerikleri

Fakültelerin işletme, iktisat bölümlerinde genellikle iki dönem okutulan matematik dersleri haftada 3 saat olarak görülmektedir. Ekonometri bölümlerinde biraz daha fazla okutulmasına karşın birinci sınıfta okutulan iki dönemlik matematik ders ve içeriği iktisat ve işletme bölümlerinde benzer içerik göstermektedir. Bazı fakültelerde bulunan Yönetim Bilişim Sistemleri ve Uluslararası Ticaret ve Lojistik bölümlerinde de benzer içerik göze çarpmaktadır. Bu fakültelerin Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri, Kamu Yönetimi, Siyaset Bilimi, Uluslararası İlişkiler gibi daha sözel ağırlıklı bölümlerde ise bu dersler ya hiç yok ya da tek dönemlik haftada 3 saatlik olarak verilmektedir. Bu bölümlerdeki dersler iki dönem bu dersi alan bölümlerin birinci dönemine yakın bir içerik şeklinde verilmektedir.

Bazı üniversitelerin güncel web sayfalarından alınan ders içerikleri şöyledir.

**Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü:**

1. Sayılar
2. Fonksiyonlar
3. Limit
4. Sağdan ve soldan limit
5. Limit ile ilgili uygulamalar
6. Fonksiyonların sürekliliği
7. Türev tanımı, türevin geometrik anlamı
8. Toplam, çarpım ve bölümün tüevi
9. Kapalı fonksiyonların tüevi
10. Türevle ilgili problemler
11. Türevin çeşitli uygulamaları
12. Artan ve azalan fonksiyonlar
13. Maksimum ve minimum problemleri
14. Bir fonksiyonun değişiminin incelenmesi ve grafiğinin çizilmesi

**Marmara Üniversitesi İşletme Bölümü Matematik I ders içeriği:**

Fonksiyonlar, Limitler ve Süreklilik, Türevler, Türev Uygulamaları, Limitlerde Belirsiz Şekiller, Polinom ve Rasyonel fonksiyonların değişiminin incelenmesi ve grafiklerinin çizimi, Üstel fonksiyonların incelenmesi ve grafiklerinin çizimi, Logaritmalı fonksiyonların değişiminin incelenmesi ve grafiklerinin çizimi.

**Anadolu Üniversitesi:**

Reel Sayılar ve Reel Eksen, Bir Değişkenli ., 2. ve yüksek Dereceden Polinom Denklemler, 1., 2. ve yüksek dereceden eşitsizlikler, Köklü denklemler ve eşitsizlikler, Üstel denklemler ve eşitsizlikler, Logaritmik denklemler ve eşitsizlikler, Düzlemde Kartezyen koordinatlar, 1. ve 2. dereceden iki bilinmeyenli denklemler ve eşitsizlikler, Fonksiyonlar ve fonksiyonlar üzerinde işlemler, Fonksiyonların limitleri ve süreklilikleri, Fonksiyonların türevleri, Türev alma kuralları, Türevin uygulamaları, maksimum minimum problemleri, Grafik çizimleri.

**İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi:**

Sayılar, Bağlantı ve Fonksiyon Kavramı, Polinom ve Doğrusal Fonksiyonlar, Kartezyen Koordinat Sistemi, Doğrusal Denklemler ve Eşitsizlikler, Doğrusal Fonksiyonların Grafikleri, Doğrunun Eğimi, Arz ve Talep Denklemleri, Pazar Denge Noktası Analizi, İkinci Derece Fonksiyonlar, İkinci Dereceden Denklem ve Eşitsizlikler, Toplam Gelir, Toplam Maliyet, Ortalama Maliyet, Başabaş Analizi, Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar, Türev, Değişim kavramı, Marjinal Analiz, Elastikiyet, Fonksiyon Grafiklerinin Çizimi konularıdır. Bu derste söz konusu teorik konular öğretilmekte ve aynı zamanda bu konuların işletmeciler ve işletmeler açısından önemli, uygulamaları ele alınmaktadır.

İkinci dönem okutulan **Matematik II** dersinin içeriği ile ilgili alınan birkaç örnek ise aşağıdaki gibidir.

**İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi:**

Belirsiz integral, integral alma teknikleri, belirli integral, üretici ve tüketici rantı, genelleştirilmiş integraller, diziler, seriler, finans matematiği konuları öğretilmekte ve aynı zamanda bu konuların işletmeciler ve işletmeler açısından önemli uygulamaları ele alınmaktadır.

### **Marmara Üniversitesi İşletme Bölümü Matematik II ders içeriği:**

Belirsiz İntegral, Belirli integral, İntegralin işletme uygulamaları, Sürekli rassal değişkenler, Yaklaşık integral hesabı, Çok katlı integraller, Diferansiyel denklemler, Lineer denklem sistemleri, Matris ve determinant, Lineer cebir işletme uygulamaları, Lineer cebir işletme uygulamaları, Doğrusal programlama ve İşletme uygulamaları.

### **Anadolu Üniversitesi İşletme Bölümü Matematik II ders içeriği:**

Belirsiz integral, Temel integral formülleri ve kuralları, Belirsiz integralin uygulamaları, Belirli integral, Belirli integralin özellikleri, İntegral hesabın temel teoremi, Belirli integralin uygulamaları, İntegral Teknikleri, değişken dönüştürme, basit kesirler ayırma yöntemi, Alan hesabı, Tam değişim, Ortalama değer, Kısmi integrasyon, Çok değişkenli fonksiyonlar, Kısmi türevler, En büyük ve en küçük değerler, Matrisler, determinant ve bir kare matrisin tersi, Matrisler ve lineer sistemler.

## **4. TARTIŞMA VE SONUÇ**

İktisadi ve idari bilimler fakülteleri, işletme fakülteleri, iktisat fakülteleri, siyasal bilgiler fakültesi, beşeri ve sosyal bilimler fakültelerinde okutulan matematik derslerinin temel matematik dersi şeklinde olmayıp, temel matematik bilgilerinin öğrenilip işletme ve ekonomi uygulamalarında kullanabilmesi şeklinde verilmesi beklenmektedir. Yani, temel matematik bilgilerinin gerçek hayat problemleri ile bağlantı kurularak verilmesi daha uygun olacaktır. Bu yöntemle öğrenciler, temel matematik bilgilerini alırken soyut ve teorik bilgiden ziyade uygulamalı bir öğrenme yöntemiyle dersi anlamaları daha da kolaylaşacaktır. Örneğin sayı sistemlerini öğrenirken tam sayıyı, rasyonel sayıyı, irrasyonel sayıyı birbirinden ayırt edebilmeli, sayı ekseninin sadece reel sayılardan oluşabileceğini öğrenebilmelidir. Rasyonel sayı ile reel sayı ayırımını yapamayan bir öğrencinin koordinat sistemini anlaması eksik olacaktır. Koordinat düzlemini iyi anlayamayan öğrencinin kuracağı iktisadi modeller doğrusal mı eğrisel mi?, başa baş noktası, kar, zarar, arz talep gibi konularda sorun yaşamaması kaçınılmaz olacaktır. Yine türev anlatılırken öğrenciye marjinal kavramının sadece tam sayılarla yapılan üretimlerle karşılaşmayacağı, üretimin reel sayılarla olabileceği ve de anlık değişimin varlığından bahsederek türevle marjinal (kar, üretim, fayda, gelir, maliyet) kavramı verilmelidir. Bu örnekleri çoğaltmak mümkündür. Özetle öğrencilere bu bilgiler işletme, iktisat uygulamaları ile birlikte verilmesi uygun olacaktır.

İkinci olarak söz konusu öğrenciler için ders içeriği oluşturulurken bu öğrencilerin hem eğitim süreçleri boyunca matematik derslerini nerede ve nasıl kullanacakları hususu dikkate alınmalı hem de bu bilgileri meslek hayatlarında nasıl kullanacakları düşünülmelidir. Zira bu öğrenciler Yükseköğretime geçiş süreçlerinde karşılaştıkları sınavlar, çoktan seçmeli test olup az zamanda daha çok doğru cevap vermeleri beklenen sınavlardır. Yükseköğretim süreçlerinde ise bu öğrencilerden temel matematik bilgilerine sahip olmalarının yanı sıra sosyal bilimlerdeki gerçek hayat problemlerini matematik diline çevirmeleri, ilgili modelleri kurabilmeleri ve analiz yapabilmeleri beklenmektedir. Dolayısıyla bu grup öğrencilerden verilen bir matematik problemini nasıl çözüleceğini bilmelerinden daha çok bu problemin sosyal bilimlerde ne anlama geldiğinin bilinmesi beklenmektedir. Dahası bu öğrenciler gerçek verilerle bu problemleri/matematikselsel modelleri kendilerinin kurması gerekecektir.

Üçüncü olarak ta bu öğrenci gurubuna dersi verecek öğretim elemanının hangi birikime/donanıma sahip kişilerin olması önem arz etmektedir. Öncelikle 1995 yılında araştırma görevlisi olarak göreve başladığım Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi fakülte kurulunda asistan temsilcisi olarak katıldığım bir toplantıdan bir alıntı yapmak istiyorum. Toplantının gündemlerinde biri ders görevlendirmeleri idi. Kurul

başkanı Dekan söze şöyle başladı. Bir öğretim elemanının bir dersi verebilmesi için ya o alanda Lisans ya doktora bitirmiş olmalı ya da yayınları ile o alanda öne çıkmış biri olmalı. Bunun YÖK'ün bir ilkesi olduğunu söylemiş ve ders görevlendirmeleri yapılırken bu ilkeyi esas almak gerektiğini söylemişti. Öncelikle belirtmek gerekir ki bu ilke ölçülebilir ve subjektif değerlendirmeye yer vermemesi bakımından önemlidir ve ders görevlendirmelerinde başat ölçüt olmalıdır.

Matematik dersi temel bilim dersi olmasına karşın bu çalışmada adı geçen fakülte ve bölümlerde bu ders matematik uygulamaları biçiminde olup buradaki öğrencilerin bu dersten beklentilerini bilmeyen pür matematik birinin bu dersi vermesi uygun olmayacaktır. Ayrıca matematik bölümü mezunu olmayan ya da ileri düzey matematik eğitimi almayan birinin de matematiğin herhangi bir alanda uygulaması ile ilgili dersi vermesi de uygun olmayacaktır.

Yabancı ve yerli örneklere bakıldığında bu dersi veren kişilerin ya matematik lisans mezunu olduktan sonra bu alanda lisansüstü eğitim almış biri olmalı ya da ileri düzey matematik eğitimi verilen bir mühendislik eğitimi almış birinin bu alanla ilgili lisansüstü eğitimi almış birinin bu dersi vermesi gerekmektedir. Bahse konu yurt dışından bir örnek Stanford Üniversitesi'nde İktisat Profesörü olana Peter Hammond'dur. Profesör Hammond Cambridge Üniversitesi'nde Matematik lisans derecesi aldıktan sonra aynı üniversitede iktisat doktorası yapmıştır. Türkiye'deki birkaç örneği ise şöyle sıralamak mümkündür. Marmara Üniversitesi İşletme fakültesinden Prof. Dr. Ömer Önalın. Profesör Önalın Matematik lisans derecesinden sonra Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme/sayısal yöntemler anabilim dalında yüksek lisans ve doktora derecesi almıştır. Prof. Dr. Erhan Özdemir İstanbul Üniversitesi'nde matematik lisans derecesi aldıktan sonra aynı üniversitenin sosyal bilimler enstitüsünde İşletme/sayısal yöntemler anabilim dalı yüksek lisans ve doktora derecelerine sahiptir. Doç. Dr. Cavit Yeşilyurt Atatürk Üniversitesi'nden lisans derecesi aldıktan sonra Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme/sayısal yöntemler anabilim dalından yüksek lisans ve doktora derecesi almıştır. Dr. Öğr. Üyesi Neslihan Fidan Keçeci İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik bölümünden lisans derecesi aldıktan sonra aynı üniversitenin Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme/sayısal yöntemler anabilim dalından yüksek lisans ve doktora derecesi almıştır. Türkiye'deki pek çok üniversiteden benzer örnekleri çoğaltmak mümkündür.

Son olarak ta sosyal bilimlerde matematik dersi verilirken bu tersin temel bilim dersi formatında değil matematiğin sosyal bilimlere uygulaması biçiminde verilmesi gerekir. Aynı zamanda ilgili dersi alacak öğrencilerin bu dersi temel bilim dersi şeklinde düşünmedikleri göz önünde bulundurularak verilecek konuların seçimi ve içeriği de buna göre belirlenmelidir. En önemlisi de dersi veren kişilerin matematiğe hakimiyetlerinin yanı sıra sosyal bilimlerde bu konuları nerede ve nasıl uygulayacakları verisine vakıf olarak dersi vermeleri gerekir. Malum şiirden esinlenerek “doğrudan doğruya matematikten ilham alarak sosyal bilimlere uygulanmalı matematik” şeklinde bir benzetme yapılsa yeridir.

Sonuç olarak sosyal bilimlerde eğitim gören öğrenciler için matematik dersinin aşılması güç bir engel olarak görülmemesi isteniyorsa, dersin konularının seçiminden başlayarak konuların içerikleri ve dahi dersi verecek kişilerin alandan haberdar kişiler olması hususuna dikkat edilmelidir.

#### KAYNAKLAR

Barnett, Mond A., Zeigler, Michael R., Byleen, Karl E. 2011. Calculus For Business, Economics, Life Sciences and Social Sciences. Çeviri Editörü: Arif Sabuncuoğlu. İşletme İktisat, Yaşam Bilimleri ve Sosyal Bilimler için Genel Matematik, Nobel Akademik Yayıncılık.

- Chiang, Alpha C. 1990. Matematiksel İktisadın Temel Yöntemleri 2. Cilt, Çevirenler: Ergün Kip, Muzaffer Sarımeşeli, Osman Aydoğmuş ve A. Uğur Karatop, Gazi Üniversitesi Yayın No: 53.
- Chiang, Alpha C. 1990. Matematiksel İktisadın Temel Yöntemleri, Çevirenler: Ergün Kip, Muzaffer Sarımeşeli ve Osman Aydoğmuş, Verso Yayıncılık.
- Çakmak, Z. 2009. İktisadi ve İdari Bilimlerde Matematik II, Dumlupınar Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 24.
- Çakmak, Z., Selimoğlu E. 2009. Sosyal Bilimlerde Matematik, Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Dowling, E. T., 1990. Çevirenler: H. Hilmi Hacısalihoğlu ve Adnan Köksal, İş, Ekonomi ve Sosyal Bilimler İçin Matematik, Schaum Serisi.
- Kılavuz, E. 2018. İktisatçılar için Matematik, Seçkin Akademik ve Mesleki Yayınlar.
- Kuruüzüm, A., İpekçi Çetin, E. 2017. İşletme ve Ekonomi Öğrencileri için Uygulamalı Matematik, Gazi Kitabevi.
- Önalın, Ö. 2010. İşletme Matematiği, Avcıol Basım Yayın.
- Özer, O. vd. 2007. Genel Matematik, Anadolu Üniversitesi Yayını No: 1286
- Pekkaya, M. 2009. İşletme İktisat için Genel Matematik I ve Matematiksel Yöntemler, Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Sertöz, S. 1996. Matematiğin Aydınlik Dünyası, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları 36.
- Sevüktekin, M., Başkaya, Z. 2011. Matematiksel Analiz, Dora.
- Sydsaeter, K., Hammond P. 2004. Ekonomik Analiz İçin Temel Matematik, Turhan Kitabevi.
- Tulunay, Y. 1982. İşletme Matematiği, İşletme Fakültesi Yayın No: 233.
- Yıldırım, C. 1988. Matematiksel Düşünme, Remzi Kitabevi.



**NEIGHBORHOODS OF CERTAIN CLASSES OF ANALYTIC FUNCTIONS  
DEFINED BY NORMALIZED WRIGHT FUNCTION**

**Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR, Prof. Dr. Erhan DENİZ**

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

**ABSTRACT**

In this paper, we introduce a new subclass of analytic functions in the open unit disk  $\mathcal{U}$  with negative coefficients defined by normalized Wright function. The object of the present paper is to determine coefficient inequalities, inclusion relations and neighborhoods properties for functions  $f(z)$  belonging to this subclass.

**Keywords:** Analytic function, starlike and convex functions, Wright function, neighborhoods, coefficient inequality.

**1. INTRODUCTION**

Let  $\mathcal{A}$  be a class of functions  $f$  of the form

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \tag{1.1}$$

that are analytic in the open unit disk  $\mathcal{U} = \{z: |z| < 1\}$ . Denote by  $\mathcal{A}(n)$  the class of functions consisting of functions  $f$  of the form

$$f(z) = z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \tag{1.2}$$

which are analytic in  $\mathcal{U}$ .

We recall that the convolution (or Hadamard product) of two functions

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \text{ and } g(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} b_n z^n$$

is given by

$$(f * g)(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n b_n z^n = (g * f)(z). \quad (z \in \mathcal{U})$$

Note that  $f * g \in \mathcal{A}$ .

Next, following the earlier investigations by Goodman [7], Ruscheweyh [18], Silverman [19], Altıntaş et al. [1,2] and Srivastava and Bulut [20] (see also [3]-[6], [8], [9]-[14]), we define the  $(n, \delta)$  –neighborhood of a function  $f \in \mathcal{A}(n)$  by

$$\mathcal{N}_{n,\delta}(f) = \left\{ g \in \mathcal{A}(n): g(z) = z - \sum_{n=2}^{\infty} b_n z^n \text{ and } \sum_{n=2}^{\infty} n|a_n - b_n| \leq \delta \right\}. \tag{1.3}$$

For  $e(z) = z$ , we have

$$\mathcal{N}_{n,\delta}(e) = \left\{ g \in \mathcal{A}(n) : g(z) = z - \sum_{n=2}^{\infty} b_n z^n \text{ and } \sum_{n=2}^{\infty} n|b_n| \leq \delta \right\}. \quad (1.4)$$

A function  $f \in \mathcal{A}(n)$  is  $\alpha$ -starlike of complex order  $\gamma$ , denoted by  $f \in \mathcal{S}_n^*(\alpha, \gamma)$  if it satisfies the following condition

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \left( \frac{zf'(z)}{f(z)} - 1 \right) \right\} > \alpha, \quad (\gamma \in \mathbb{C} \setminus \{0\}, 0 \leq \alpha < 1, z \in \mathcal{U})$$

and a function  $f \in \mathcal{A}(n)$  is  $\alpha$ -convex of complex order  $\gamma$ , denoted by  $f \in \mathcal{C}_n(\alpha, \gamma)$  if it satisfies the following condition

$$\operatorname{Re} \left\{ 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{zf''(z)}{f'(z)} \right\} > \alpha. \quad (\gamma \in \mathbb{C} \setminus \{0\}, 0 \leq \alpha < 1, z \in \mathcal{U})$$

The Wright functions were introduced by Wright [21] as following:

$$W_{\lambda,\mu}(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{z^n}{\Gamma(\lambda n + 1)}. \quad (\lambda > -1, \mu \in \mathbb{C}) \quad (1.5)$$

Note that the Wright function  $W_{\lambda,\mu}(z)$  does not belong to the class  $\mathcal{A}$ . Therefore, we consider the following normalization for the function  $W_{\lambda,\mu}(z)$ :

$$\begin{aligned} \tilde{W}_{\lambda,\mu}(z) &= \Gamma(\lambda + \mu) \left( W_{\lambda,\mu}(z) - \frac{1}{\Gamma(\mu)} \right) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda n + \lambda + \mu)} \frac{z^{n+1}}{(n+1)!}. \\ &(\lambda > -1, \lambda + \mu > 0, z \in \mathcal{U}) \end{aligned} \quad (1.6)$$

Easily, we can write

$$\begin{aligned} \tilde{W}_{\lambda,\mu}(z) &= z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)} \frac{z^n}{n!}. \\ &(\lambda > -1, \lambda + \mu > 0, z \in \mathcal{U}) \end{aligned} \quad (1.7)$$

In terms of Hadamard product and  $\tilde{W}_{\lambda,\mu}(z)$  given by (1.7), a new operator  $\Psi_{\lambda,\mu}: \mathcal{A} \rightarrow \mathcal{A}$  can be defined as follows:

$$\begin{aligned} \Psi_{\lambda,\mu}f(z) &= (\tilde{W}_{\lambda,\mu} * f)(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)a_n}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)} \frac{z^n}{n!}. \\ &(\lambda > -1, \lambda + \mu > 0, z \in \mathcal{U}) \end{aligned} \quad (1.8)$$

Recently, Prajapat [16], Raza et al. [17] and Mustafa [10,11,12] studied some geometric properties of normalized Wright function.

If  $f \in \mathcal{A}(n)$  is given by (1.2) then we have

$$\Psi_{\lambda,\mu}f(z) = z - \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)a_n}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} z^n \quad (\lambda > -1, \lambda + \mu > 0, z \in \mathcal{U}) \quad (1.9)$$

Finally, by using the differential operator defined by (1.9), we investigate the subclasses  $\mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$  and  $\mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$  of  $\mathcal{A}(n)$  consisting of functions  $f$  as following:

**Definition 1.** The subclass  $\mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \beta, \gamma)$  of  $\mathcal{A}(n)$  is defined as the class of functions  $f$  such that

$$\left| \frac{1}{\gamma} \left( \frac{z[\Psi_{\lambda,\mu}f(z)]'}{\Psi_{\lambda,\mu}f(z)} - 1 \right) \right| < \alpha \quad (z \in \mathcal{U}) \quad (1.10)$$

where  $\lambda > -1, \lambda + \mu > 0, \gamma \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$  and  $0 \leq \alpha < 1$ .

**Definition 2.** Let  $\mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \beta, \gamma; \vartheta)$  denote the subclass of  $\mathcal{A}(n)$  consisting of  $f$  which satisfy the inequality

$$\left| \frac{1}{\gamma} \left[ (1 - \vartheta) \frac{\Psi_{\lambda,\mu}f(z)}{z} + \vartheta (\Psi_{\lambda,\mu}f(z))' - 1 \right] \right| < \alpha \quad (1.11)$$

where  $\lambda > -1, \lambda + \mu > 0, \gamma \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$  and  $0 \leq \alpha < 1$ .

In this paper, we obtain the coefficient inequalities, inclusion relations and neighborhood properties of the subclasses  $\mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$  and  $\mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$ .

## 2. COEFFICIENT INEQUALITIES FOR THE CLASSES $\mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$ AND $\mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$

**Theorem 1.** Let  $f \in \mathcal{A}(n)$ . Then  $f \in \mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$  if and only if

$$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} [n - 1 + \alpha|\gamma|] a_n \leq \alpha|\gamma| \quad (2.1)$$

where  $\lambda > -1, \lambda + \mu > 0, \gamma \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$  and  $0 \leq \alpha < 1$ .

**Proof.** Let  $f \in \mathcal{A}(n)$ . Then, by (1.10) we can write

$$\operatorname{Re} \left\{ \frac{z[\Psi_{\lambda,\mu}f(z)]'}{\Psi_{\lambda,\mu}f(z)} - 1 \right\} > -\alpha|\gamma|. \quad (z \in \mathcal{U}) \quad (2.2)$$

Using (1.2) and (1.9), we have,

$$\operatorname{Re} \left\{ \frac{-\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} [n-1] a_n z^n}{z - \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} a_n z^n} \right\} > -\alpha|\gamma|. \quad (z \in \mathcal{U}) \quad (2.3)$$

Since (2.3) is true for all  $z \in \mathcal{U}$ , choose values of  $z$  on the real axis. Letting  $z \rightarrow 1$ , through the real values, the inequality (2.3) yields the desired inequality

$$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} [n-1 + \alpha|\gamma|] a_n \leq \alpha|\gamma|.$$

Conversely, supposed that inequality (2.1) holds true and  $|z| = 1$ , we obtain

$$\begin{aligned} \left| \frac{z[\Psi_{\lambda,\mu} f(z)]'}{\Psi_{\lambda,\mu} f(z)} - 1 \right| &\leq \left| \frac{\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} [n-1] a_n z^n}{z - \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} a_n z^n} \right| \\ &\leq \frac{\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} [n-1] a_n}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} a_n} \\ &\leq \alpha|\gamma|. \end{aligned}$$

Hence, by the maximum modulus theorem, we have  $f(z) \in \mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$ , which establishes the required result.

**Theorem 2.** Let  $f \in \mathcal{A}(n)$ . Then  $f \in \mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$  if and only if

$$\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{\Gamma(\lambda(n-1) + \lambda + \mu)n!} [1 + \vartheta(n-1)] a_n \leq \alpha|\gamma| \quad (2.4)$$

for  $\lambda > -1$ ,  $\lambda + \mu > 0$ ,  $\gamma \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$ ,  $0 \leq \alpha < 1$  and  $0 \leq \vartheta \leq 1$ .

*Proof.* We omit the proofs since it is similar to Theorem 1.

### 3. INCLUSION RELATIONS INVOLVING $\mathcal{N}_{n,\delta}(e)$ OF THE CLASSES $\mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$ AND $\mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$

**Theorem 3.** If

$$\delta = \frac{4\alpha|\gamma|\Gamma(2\lambda + \mu)}{(1 + \alpha|\gamma|)\Gamma(\lambda + \mu)} \quad (|\gamma| < 1) \quad (3.1)$$

then  $\mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma) \subset \mathcal{N}_{n,\delta}(e)$ .

**Proof.** Let  $f(z) \in \mathcal{M}_{\lambda, \mu}^n(\alpha, \gamma)$ . By Theorem 1, we have

$$\frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \alpha|\gamma|] \sum_{n=2}^{\infty} a_n \leq \alpha|\gamma|,$$

which implies

$$\sum_{n=2}^{\infty} a_n \leq \frac{\alpha|\gamma|}{\frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \alpha|\gamma|]}. \quad (3.2)$$

Using (2.1) and (3.2), we get

$$\begin{aligned} \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} \sum_{n=2}^{\infty} n a_n &\leq \alpha|\gamma| + \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 - \alpha|\gamma|] \sum_{n=2}^{\infty} a_n \\ &\leq \frac{2\alpha|\gamma|}{[1 + \alpha|\gamma|]} = \delta. \end{aligned}$$

That is,

$$\sum_{n=2}^{\infty} n a_n \leq \frac{2\alpha|\gamma|}{\frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \alpha|\gamma|]} = \delta.$$

Thus, by the definition given by (1.4),  $f(z) \in \mathcal{N}_{n, \delta}(e)$ , which completes the proof.

**Theorem 4.** *If*

$$\delta = \frac{4\alpha|\gamma|\Gamma(2\lambda + \mu)}{(1 + \vartheta)\Gamma(\lambda + \mu)} \quad (|\gamma| < 1) \quad (3.3)$$

then  $\mathcal{R}_{\lambda, \mu}^n(\alpha, \beta, \gamma; \vartheta) \subset \mathcal{N}_{n, \delta}(e)$ .

**Proof.** For  $f(z) \in \mathcal{R}_{\lambda, \mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$  and making use of the condition (2.4), we obtain

$$\frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \vartheta] \sum_{n=2}^{\infty} a_n \leq \alpha|\gamma|$$

so that

$$\sum_{n=2}^{\infty} a_n \leq \frac{\alpha|\gamma|}{\frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \vartheta]}. \quad (3.4)$$

Thus, using (2.4) along with (3.4), we also get

$$\begin{aligned} \vartheta \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} \sum_{n=2}^{\infty} na_n &\leq \alpha|\gamma| + (\vartheta - 1) \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} \sum_{n=2}^{\infty} a_n \\ &\leq \alpha|\gamma| + \frac{(\vartheta - 1)\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} \frac{2\alpha|\gamma|\Gamma(2\lambda + \mu)}{(\vartheta + 1)\Gamma(\lambda + \mu)} \\ &\leq \frac{2\alpha|\gamma|}{(1 + \vartheta)} = \delta. \end{aligned}$$

Hence,

$$\sum_{n=2}^{\infty} na_n \leq \frac{2\alpha|\gamma|}{\frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \vartheta]} = \delta$$

which in view of (1.4), completes the proof of theorem.

#### 4. NEIGHBORHOOD PROPERTIES FOR THE CLASSES $\mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$ AND $\mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$

**Definition 3.** For  $0 \leq \eta < 1$  and  $z \in \mathcal{U}$ , a function  $f(z) \in \mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$  if there exists a function  $g(z) \in \mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$  such that

$$\left| \frac{f(z)}{g(z)} - 1 \right| < 1 - \eta. \quad (4.1)$$

For  $0 \leq \eta < 1$  and  $z \in \mathcal{U}$ , a function  $f(z) \in \mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$  if there exists a function  $g(z) \in \mathcal{R}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$  such that the inequality (4.1) holds true.

**Theorem 5.** If  $g(z) \in \mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$  and

$$\eta = 1 - \frac{\delta(1 + \alpha|\gamma|)\Gamma(\lambda + \mu)}{2[(1 + \alpha|\gamma|)\Gamma(\lambda + \mu) - 2\alpha|\gamma|\Gamma(2\lambda + \mu)]} \quad (4.2)$$

then  $\mathcal{N}_{n,\delta}(g) \subset \mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$ .

**Proof.** Let  $f(z) \in \mathcal{N}_{n,\delta}(g)$ . Then,

$$\sum_{n=2}^{\infty} n|a_n - b_n| \leq \delta, \quad (4.3)$$

which yields the coefficient inequality,

$$\sum_{n=2}^{\infty} |a_n - b_n| \leq \frac{\delta}{2}. \quad (n \in \mathbb{N})$$

Since  $g(z) \in \mathcal{M}_{\lambda,\mu}^n(\alpha, \gamma)$  by (3.2), we have

$$\sum_{n=2}^{\infty} b_n \leq \frac{\alpha|\gamma|}{\frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \alpha|\gamma|]}, \quad (4.4)$$

and so

$$\begin{aligned} \left| \frac{f(z)}{g(z)} - 1 \right| &< \frac{\sum_{n=2}^{\infty} |a_n - b_n|}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} b_n} \\ &\leq \frac{\delta \frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \alpha|\gamma|]}{\frac{\Gamma(\lambda + \mu)}{2\Gamma(2\lambda + \mu)} [1 + \alpha|\gamma|] - \alpha|\gamma|} \\ &= 1 - \eta. \end{aligned}$$

Thus, by definition,  $f(z) \in \mathcal{M}_{\lambda, \mu}^n(\alpha, \gamma)$  for  $\eta$  given by (4.2), which establishes the desired result.

**Theorem 6.** If  $g(z) \in \mathcal{R}_{\lambda, \mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$  and

$$\eta = 1 - \frac{\delta(1 + \vartheta)\Gamma(\lambda + \mu)}{2[(1 + \vartheta)\Gamma(\lambda + \mu) - 2\alpha|\gamma|\Gamma(2\lambda + \mu)]} \quad (4.5)$$

then  $\mathcal{N}_{n, \delta}(g) \subset \mathcal{R}_{\lambda, \mu}^n(\alpha, \gamma; \vartheta)$ .

**Proof.** We omit the proofs since it is similar to Theorem 5.

## REFERENCES

- [1] Altıntaş, O. and Owa, S. *Neighborhoods of certain analytic functions with negative coefficients*, Int. J. Math. and Math. Sci. **19**, 797-800, 1996.
- [2] Altıntaş, O., Özkan, E. and Srivastava, H. M. *Neighborhoods of a class of analytic functions with negative coefficients*, Appl. Math. Let. **13**, 63-67, 2000.
- [3] Catas, A. *Neighborhoods of a certain class of analytic functions with negative coefficients*, Banach J. Math. Anal., **3** (1), No. 1, 111-121, 2009.
- [4] Darwish, H. E., Lashin A. Y. and Hassan B. F. *Neighborhood properties of generalized Bessel function*, Global Journal of Science Frontier Research (F), **15** (9), 21-26, 2015.
- [5] Deniz, E. and Orhan, H. *Some properties of certain subclasses of analytic functions with negative coefficients by using generalized Ruscheweyh derivative operator*, Czechoslovak Math. J., **60** (135), 699-713, 2010.
- [6] Elhaddad, S., Aldweby, H. and Darus, M. *Neighborhoods of certain classes of analytic functions defined by generalized differential operator involving Mittag-Leffler function*, Acta Universitatis Apulensis, N0. 55, 1-10, 2018.

- [7] Goodman, A. W. *Univalent functions and nonanalytic curves*, Proc. Amer. Math. Soc., **8**, 598-601, 1957.
- [8] Keerthi, B. S., Gangadharan, A. and Srivastava, H. M. *Neighborhoods of certain subclasses of analytic functions of complex order with negative coefficients*, Math. Comput. Model. **47**, 271-277, 2008.
- [9] Murugusundaramoorthy, G. and Srivastava, H. M. *Neighborhoods of certain classes of analytic functions of complex order*, J. Inequal. Pure Appl. Math. **5** (2), Art. 24. 8 pp., 2004.
- [10] Mustafa, N. *Geometric properties of normalized Wright functions*, Math. Comput. Appl., **21** (14), 1-10, 2016.
- [11] Mustafa, N. *Close-to-convexity of normalized Wright functions*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, **18** (54), 290-303, 2016.
- [12] Mustafa, N. *Univalence of certain integral operators involving normalized Wright functions*, Commun. Fac. Sci. Univ. Ank.-Ser. A1 Math. Stat., **66** (1), 19-28, 2017.
- [13] Orhan, H. *On neighborhoods of analytic functions defined by using hadamard product*, Novi Sad J. Math., **37** (1), 17-25, 2007.
- [14] Owa, S., Sekine, T. and Yamakawa, R. *On Sakaguchi type functions*, Appl. Math. Comput. **187**, 356-361, 2007.
- [15] Prabhakar, T. R. *A singular integral equation with a generalized Mittag-Leffler function in the kernel*, Yokohama Math. J. **19**, 7-15, 1997.
- [16] Prajapat, J. K. *Certain geometric properties of the Wright function*, Integral Transforms and Special Functions, **26** (3), 203-212, 2015.
- [17] Raza, M., Din, M. U, Malik, S. N. *Certain geometric properties of normalized Wright functions*, Journal of Function Spaces, Volume 2016, Article ID 1896154, 8 pages, 2016.
- [18] Ruscheweyh, S. *Neighborhoods of univalent functions*, Proc. Amer. Math. Soc., **81** (4), 521-527, 1981.
- [19] Silverman H. *Neighborhoods of a classes of analytic function*, Far East J. Math. Sci. **3** (2), 175-183, 1995.
- [20] Srivastava, H. M. and Bulut, S. *Neighborhood properties of certain classes of multivalently analytic functions associated with the convolution structure*, Appl. Math. Comput. **218**, 6511-6518, 2012.
- [21] Wright, E. M. *On the coefficients of power series having exponential singularities*, Journal London Mathematical Society, vol. **8**, pp. 71-79, 1933.



## COEFFICIENT INEQUALITIES FOR A SUBCLASS OF ANALYTIC FUNCTIONS ASSOCIATED WITH CHEBYSHEV POLYNOMIALS

Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR, Prof. Dr. Erhan DENİZ

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

### ABSTRACT

In this paper, we obtain initial coefficients  $|a_2|$  and  $|a_3|$  for a certain subclass by means of Chebyshev polynomials expansions of analytic functions in  $\mathcal{D}$ . Also, we solve Fekete-Szegö problem for functions in this subclass.

**Keywords:** Analytic and univalent functions, subordination, coefficient inequalities, Chebyshev polynomial, Fekete-Szegö problem.

### 1. INTRODUCTION

Let  $\mathcal{A}$  be the class of the functions of the form:

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \quad (1.1)$$

which are analytic in the open unit disc  $\mathcal{D} = \{z: z \in \mathbb{C} \text{ and } |z| < 1\}$  and satisfying the conditions

$$f(0) = 0 \quad \text{and} \quad f'(0) = 1.$$

Also, let  $\mathcal{S}$  be the subclass of  $\mathcal{A}$  consisting of the form (1.1) which are univalent in  $\mathcal{D}$ .

Let  $f$  and  $g$  be analytic functions in  $\mathcal{D}$ . We define that the function  $f$  is subordinate to  $g$  in  $\mathcal{D}$  and denoted by

$$f(z) < g(z) \quad (z \in \mathcal{D}),$$

if there exists a Schwarz function  $\omega$ , which is analytic in  $\mathcal{D}$  with  $\omega(0) = 0$  and  $|\omega(z)| < 1$  ( $z \in \mathcal{D}$ ) such that

$$f(z) = g(\omega(z)) \quad (z \in \mathcal{D}).$$

If  $g$  is a univalent function in  $\mathcal{D}$ , then

$$f(z) < g(z) \Leftrightarrow f(0) = g(0) \quad \text{and} \quad f(\mathcal{D}) \subset g(\mathcal{D}).$$

Chebyshev polynomials play a considerable role in numerical analysis. There are four kinds of Chebyshev polynomials. The first and second kinds of Chebyshev polynomials are defined by

$$T_n(t) = \cos n\varphi \quad \text{and} \quad U_n(t) = \frac{\sin(n+1)\varphi}{\sin\varphi} \quad (-1 < t < 1)$$

where  $n$  denotes the polynomial degree and  $t = \cos\varphi$ . For a brief history of Chebyshev polynomials of the first kind  $T_n(t)$ , the second kind  $U_n(t)$  and their applications one can refer ([1]-[15]).

Now, we define a subclass of analytic functions in  $\mathcal{D}$  with the following subordination condition:

**Definition 1.** A function  $f \in \mathcal{A}$  given by (1.1) is said to be in the class  $\mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$  for  $0 \leq \gamma \leq 1$ ,  $\tau \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$  and  $t \in \left(\frac{1}{2}, 1\right]$  if the following subordination hold:

$$1 + \frac{1}{\tau} (f'(z) + \gamma z f''(z) - 1) \prec H(z, t) = \frac{1}{1 - 2tz + z^2} \quad (z \in \mathcal{D}). \quad (1.2)$$

We consider that if  $t = \cos \varphi$  ( $-\frac{\pi}{3} < \varphi < \frac{\pi}{3}$ ), then

$$H(z, t) = \frac{1}{1 - 2\cos \varphi z + z^2} = 1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin(n+1)\varphi}{\sin \varphi} z^n \quad (z \in \mathcal{D}).$$

Thus

$$H(z, t) = 1 + 2\cos \varphi z + (3\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi)z^2 + \dots \quad (z \in \mathcal{D}).$$

So, we write the Chebyshev polynomials of the second kind as following:

$$H(z, t) = 1 + U_1(t)z + U_2(t)z^2 + \dots \quad (z \in \mathcal{D}, -1 < t < 1)$$

where

$$U_{n-1} = \frac{\sin(n \arccos t)}{\sqrt{1-t^2}} \quad (n \in \mathbb{N})$$

and we have

$$U_n(t) = 2tU_{n-1}(t) - U_{n-2}(t),$$

$$U_1(t) = 2t, U_2(t) = 4t^2 - 1, U_3(t) = 8t^3 - 4t, U_4(t) = 16t^4 - 12t^2 + 1, \dots \quad (1.3)$$

The Chebyshev polynomials  $T_n(t)$ ,  $t \in [-1, 1]$  of the first kind have the generating function of the form

$$\sum_{n=0}^{\infty} T_n(t)z^n = \frac{1-tz}{1-2tz+z^2} \quad (z \in \mathcal{D}).$$

There is the following connection by the Chebyshev polynomials of the first kind  $T_n(t)$  and the second kind  $U_n(t)$ :

$$\frac{dT_n(t)}{dt} = nU_{n-1}(t), \quad T_n(t) = U_n(t) - tU_{n-1}(t), \quad 2T_n(t) = U_n(t) - U_{n-2}(t).$$

In this paper, we obtain initial coefficients  $|a_2|$  and  $|a_3|$  for subclass  $\mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$  by means of Chebyshev polynomials expansions of analytic functions in  $\mathcal{D}$ . Also, we solve Fekete-Szegö problem for functions in this subclass.

## 2. COEFFICIENT BOUNDS FOR THE FUNCTION CLASS $\mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$

We begin with the following result involving initial coefficient bounds for the function class  $\mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$ .

**Theorem 1.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $\mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$ . Then*

$$|a_2| \leq \frac{t|\tau|}{1 + \gamma} \quad (2.1)$$

and

$$|a_3| \leq \frac{|\tau|(4t^2 + 2t - 1)}{3(1 + 2\gamma)}. \quad (2.2)$$

**Proof.** Let  $f \in \mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$ . From (1.2), we have

$$1 + \frac{1}{\tau}(f'(z) + \gamma z f''(z) - 1) = 1 + U_1(t)p(z) + U_2(t)p^2(z) + \dots \quad (2.3)$$

for some analytic functions

$$p(z) = c_1 z + c_2 z^2 + c_3 z^3 + \dots \quad (z \in \mathcal{D}), \quad (2.4)$$

such that  $p(0) = 0$ ,  $|p(z)| < 1$  ( $z \in \mathcal{D}$ ). Then, for all  $j \in \mathbb{N}$ ,

$$|c_j| \leq 1 \quad (2.5)$$

and for all  $\mu \in \mathbb{R}$

$$|c_2 - \mu c_1^2| \leq \max\{1, |\mu|\}. \quad (2.6)$$

It follows from (2.3) that

$$1 + \frac{1}{\tau}(f'(z) + \gamma z f''(z) - 1) = 1 + U_1(t)c_1 z + [U_1(t)c_2 + U_2(t)c_1^2]z^2 + \dots \quad (2.7)$$

It follows from (2.7) that

$$\frac{2(1 + \gamma)a_2}{\tau} = U_1(t)c_1, \quad (2.8)$$

and

$$\frac{3(1 + 2\gamma)a_3}{\tau} = U_1(t)c_2 + U_2(t)c_1^2. \quad (2.9)$$

From (1.3), (2.8) and (2.5), we have

$$|a_2| \leq \frac{t|\tau|}{1 + \gamma}. \quad (2.10)$$

By using (1.3) and (2.5) in (2.9), we obtain

$$|a_3| \leq \frac{|\tau|(4t^2 + 2t - 1)}{3(1 + 2\gamma)} \quad (2.11)$$

which completes the proof of Theorem 1.

For  $\tau = 1$  in Theorem 1, we obtain the following corollary.

**Corollary 1.** *Let  $f \in \mathcal{N}(\gamma, 1, t)$ . Then*

$$|a_2| \leq \frac{t}{1 + \gamma}$$

and

$$|a_3| \leq \frac{4t^2 + 2t - 1}{3(1 + 2\gamma)}.$$

If we choose  $\gamma = 0$  in Theorem 1, we get the following corollary.

**Corollary 2.** *Let  $f \in \mathcal{N}(0, \tau, t)$ . Then*

$$|a_2| \leq t|\tau|$$

and

$$|a_3| \leq \frac{|\tau|(4t^2 + 2t - 1)}{3}.$$

Putting  $\gamma = 0$  in Corollary 1, we have the following corollary.

**Corollary 3.** *Let  $f \in \mathcal{N}(0, 1, t)$ . Then*

$$|a_2| \leq t$$

and

$$|a_3| \leq \frac{4t^2 + 2t - 1}{3}.$$

### 3.FEKETE-SZEGÖ INEQUALITY FOR THE FUNCTION CLASS $\mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$

Now, we find the sharp bounds of Fekete-Szegö functional  $|a_3 - \mu a_2^2|$  defined for  $\mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$ .

**Theorem 2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $\mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$ . Then for some  $\mu \in \mathbb{R}$ ,*

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{2|\tau|t}{3(1 + 2\gamma)}, & \mu \in [\mu_1, \mu_2], \\ \frac{2|\tau|t}{3(1 + 2\gamma)} \left| \frac{4t^2 - 1}{2t} - \mu \frac{3t\tau(1 + 2\gamma)}{2(1 + \gamma)^2} \right|; & \mu \notin [\mu_1, \mu_2], \end{cases} \quad (3.1)$$

where  $\mu_1 = \frac{(1+\gamma)^2(4t^2-2t-1)}{3t^2|\tau|(1+2\gamma)}$  and  $\mu_2 = \frac{(1+\gamma)^2(4t^2+2t-1)}{3t^2|\tau|(1+2\gamma)}$ .

**Proof.** Let  $f \in \mathcal{N}(\gamma, \tau, t)$ . By using (2.8) and (2.9) for some  $\mu \in \mathbb{R}$ , we have

$$|a_3 - \mu a_2^2| = \frac{|\tau|U_1(t)}{3(1+2\gamma)} \left| c_2 + \left\{ \frac{U_2(t)}{U_1(t)} - 3\mu \frac{\tau(1+2\gamma)U_1(t)}{4(1+\gamma)^2} \right\} \right|. \quad (3.2)$$

Then, in view of (2.6), we conclude that

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{|\tau|U_1(t)}{3(1+2\gamma)} \max \left\{ 1, \left| \frac{U_2(t)}{U_1(t)} - 3\mu \frac{\tau(1+2\gamma)U_1(t)}{4(1+\gamma)^2} \right| \right\}. \quad (3.3)$$

Finally, by using (1.3) in (3.3), we get

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2t|\tau|}{3(1+2\gamma)} \max \left\{ 1, \left| \frac{4t^2-1}{2t} - 3\mu \frac{\tau(1+2\gamma)}{2(1+\gamma)^2} \right| \right\}.$$

Because  $t > 0$ , we obtain

$$\begin{aligned} & \left| \frac{4t^2-1}{2t} - 3\mu \frac{\tau(1+2\gamma)}{2(1+\gamma)^2} \right| \leq 1 \\ \Leftrightarrow & \left\{ \frac{(1+\gamma)^2(4t^2-2t-1)}{3t^2|\tau|(1+2\gamma)} \leq \mu \leq \frac{(1+\gamma)^2(4t^2+2t-1)}{3t^2|\tau|(1+2\gamma)} \right\} \\ \Leftrightarrow & \mu_1 \leq \mu \leq \mu_2. \end{aligned}$$

This proves Theorem 2.

For  $\tau = 1$  in Theorem 2, we obtain the following corollary.

**Corollary 4.** Let  $f \in \mathcal{N}(\gamma, 1, t)$ . Then for some  $\mu \in \mathbb{R}$ ,

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{2t}{3(1+2\gamma)}, & \mu \in [\mu_1, \mu_2], \\ \frac{2t}{3(1+2\gamma)} \left| \frac{4t^2-1}{2t} - \mu \frac{3t(1+2\gamma)}{2(1+\gamma)^2} \right|; & \mu \notin [\mu_1, \mu_2], \end{cases}$$

where  $\mu_1 = \frac{(1+\gamma)^2(4t^2-2t-1)}{3t^2(1+2\gamma)}$  and  $\mu_2 = \frac{(1+\gamma)^2(4t^2+2t-1)}{3t^2(1+2\gamma)}$ .

If we choose  $\gamma = 0$  in Theorem 2, we get the following corollary.

**Corollary 5.** Let  $f \in \mathcal{N}(0, \tau, t)$ . Then for some  $\mu \in \mathbb{R}$ ,

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{2|\tau|t}{3}, & \mu \in [\mu_1, \mu_2], \\ \frac{2|\tau|t}{3} \left| \frac{4t^2-1}{2t} - \mu \frac{3t\tau}{2} \right|; & \mu \notin [\mu_1, \mu_2], \end{cases}$$

where  $\mu_1 = \frac{4t^2-2t-1}{3t^2|\tau|}$  and  $\mu_2 = \frac{4t^2+2t-1}{3t^2|\tau|}$ .

Putting  $\gamma = 0$  in Corollary 4, we have the following corollary.

**Corollary 6.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $\mathcal{N}(0,1,t)$ . Then for some  $\mu \in \mathbb{R}$ ,*

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{2t}{3}, & \mu \in [\mu_1, \mu_2], \\ \frac{2t}{3} \left| \frac{4t^2-1}{2t} - \mu \frac{3t}{2} \right|; & \mu \notin [\mu_1, \mu_2], \end{cases}$$

where  $\mu_1 = \frac{4t^2-2t-1}{3t^2}$  and  $\mu_2 = \frac{4t^2+2t-1}{3t^2}$ .

## REFERENCES

- [1] Altinkaya S, Yalçın S. On the Chebyshev polynomial bounds for classes of univalent functions. *Khayyam Journal of Mathematics* 2016; 2 (1): 1-5.
- [2] Altinkaya S, Tokgöz SY. On the Chebyshev coefficients for a general subclass of univalent functions *Turkish Journal of Mathematics* 2018; 42 (6): 2885-2890.
- [3] Bulut S, Magesh N, Balaji VK. Initial bounds for analytic and bi-univalent functions by means of Chebyshev polynomials. *J. Class. Anal.* 2017; 11 (1): 83-89.
- [4] Bulut S, Magesh N, Balaji VK. Certain subclasses of analytic functions associated with the Chebyshev polynomials. *Honam Mathematical Journal* 2018; 40 (4): 611-619.
- [5] Doha EH. The first and second kind Chebyshev coefficients of the moments of the general-order derivative of an infinitely differentiable function. *Int. J. Comput. Math.* 1994; 51: 21-35.
- [6] Dziok J, Raina RK, Sokol J. Application of Chebyshev polynomials to classes of analytic functions. *C. R. Math. Acad. Sci. Paris* 2015; 353 (5): 433-438.
- [7] Güney HÖ. Initial Chebyshev polynomial coefficient bound estimates for bi-univalent functions. *Acta Univ. Apulensis Math. Inform* 2016; 47: 159-165.
- [8] Magesh N, Bulut S. Chebyshev polynomial coefficient estimates for a class of analytic bi-univalent functions related to pseudo-starlike functions. *Afrika Matematika* 2018; 29(1-2): 203-209.
- [9] Mason JC. Chebyshev polynomial approximations for the L-membrane eigenvalue problem. *SIAM J. Appl. Math.* 1967; 15: 172-186.
- [10] Mustafa N, Akbulut E. Application of the second Chebyshev polynomials to coefficient estimates of analytic functions. *Journal of Scientific and Engineering Research* 2018; 5 (6): 143-148.

- [11] Mustafa N, Akbulut E. Application of the second kind Chebyshev polinomial to the Fekete-Szegö problem of certain class analytic functions. *Journal of Scientific and Engineering Research* 2019; 6 (2): 154-163.
- [12] Mustafa N, Akbulut E. Application of the second kind Chebyshev polynomials to coefficient estimates of certain class analytic functions. *International Journal of Applied Science and Mathematics* 2019; 6 (2): 44-49.
- [13] Orhan H, Magesh N, Balaji VK. Second Hankel determinant for certain class of bi-univalent functions defined by Chebyshev polynomials. *Asian-European Journal of Mathematics* 2018; 1950017.
- [14] Orhan H, Toklu E, Kadioğlu E. Second Hankel determinant for certain subclasses of bi-univalent functions involving Chebyshev polynomials. *Turkish Journal of Mathematics* 2018; 42 (4): 1927-1940.
- [15] Yousef F, Frasin BA, Al-Hawary T. Fekete-Szego inequality for analytic and bi-univalent functions subordinate to Chebyshev polynomials. 2018; arXiv preprint arXiv:1801.09531.

## COEFFICIENT ESTIMATES FOR A SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS DEFINED BY DIFFERENTIAL OPERATOR

**Soner KÜÇÜK, Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR, Prof. Dr. Erhan DENİZ**

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

### ABSTRACT

In this paper, we investigate a new subclass of analytic and bi-univalent functions defined by multiplier differential operator in the open unit disk. We obtain upper bounds for coefficients  $|a_2|$  and  $|a_3|$  of functions belonging to this subclass.

**Keywords:** Analytic function, bi-univalent function, coefficient bound, subordination, differential operator.

### 1. INTRODUCTION

Let  $A$  be the class of functions of the form:

$$f(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} a_k z^k \quad (1)$$

which are analytic in  $U = \{z: |z| < 1\}$ . Let  $S$  denote the subclass of  $A$  consisting of the functions which are also univalent in  $U$ .

For a function for  $f(z) \in A$ , the multiplier differential operator  $D_{\alpha, \delta}^n f$  was extended by Deniz and Orhan [10] as follows:

$$\begin{aligned} D_{\alpha, \delta}^0 f(z) &= f(z), \\ D_{\alpha, \delta}^1 f(z) &= D_{\alpha, \delta} f(z) = \alpha \delta z^2 f''(z) + (\alpha - \delta) z f'(z) + (1 - \alpha + \delta) f(z), \\ &\vdots \\ D_{\alpha, \delta}^n f(z) &= D_{\alpha, \delta} (D_{\alpha, \delta}^{n-1} f(z)), \end{aligned}$$

where  $\alpha \geq \delta \geq 0$  and  $n \in N_0 = N \cup \{0\}$ . If  $f$  is given by (1) then from the definition of the operator  $D_{\alpha, \delta}^n f(z)$  it is easy to see that

$$D_{\alpha, \delta}^n f(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} \Phi_k^n a_k z^k, \quad (2)$$

where  $\Phi_k = [1 + (\alpha \delta k + \alpha - \delta)(k - 1)]$ ,  $(\Phi_k^n = [\Phi_k]^n)$ ;  $\alpha \geq \delta \geq 0$  and  $n \in N_0$ .

It should be remarked that the  $D_{\alpha, \delta}^n f$  is a generalization of many other linear operators considered earlier. In particular, for  $f \in A$  we have the following:

- $D_{1,0}^n f(z) \equiv D^n f(z)$  the operator defined by Salagean [22].
- $D_{\alpha,0}^n f(z) \equiv D_{\alpha}^n f(z)$  the operator studied by Al-Oboudi [2].



- $D_{\alpha,\delta}^n f(z)$  the same operator considered for  $0 \leq \delta \leq \alpha \leq 1$ , by Raducanu and Orhan [20].

Every univalent function has an inverse  $f^{-1}$  which satisfies

$$f^{-1}(f(z)) = z \quad (z \in U)$$

and

$$f(f^{-1}(w)) = w \quad \left( |w| < r_0(f); r_0(f) \geq \frac{1}{4} \right)$$

where

$$f^{-1}(w) = w - a_2 w^2 + (2a_2^2 - a_3) w^3 - (5a_2^3 - 5a_2 a_3 + a_4) w^4 + \dots$$

If both  $f$  and  $f^{-1}$  are univalent in  $U$ , then,  $f \in A$  is said to be bi-univalent in  $U$ . Let  $\Sigma$  denotes the class of all bi-univalent functions defined in the unit disk  $U$  given by (1). Lewin [16] introduced the bi-univalent function class and showed that  $|a_2| < 1.51$ . Subsequently, Brannan and Clunie [3] conjectured that  $|a_2| \leq \sqrt{2}$ . Netanyahu [18], otherwise, showed that  $\max_{f \in \Sigma} |a_2| = \frac{4}{3}$ . The coefficient estimate problem for each of the following Taylor Maclaurin coefficients:  $|a_n|$  ( $n \in \mathbb{N} \setminus \{1,2\}; \mathbb{N} = \{1,2,3,\dots\}$ ) is still an open problem. Recently, several researchers such as ([1]-[9], [12]-[19], [21], [23]-[28]) obtained the coefficients  $|a_2|, |a_3|$  of bi-univalent functions for the various subclasses of the function class  $\Sigma$ . Motivating with their work, we introduce a new subclass of the function class  $\Sigma$  and find estimates on the coefficients  $|a_2|$  and  $|a_3|$  for functions in these new subclass of the function class  $\Sigma$  employing the techniques used earlier by Srivastava et al. [23] and Frasin and Aouf [12].

Let  $\varphi$  be an analytic function with positive real part in the unit disk  $U$ ,  $\varphi(0) = 1$ ,  $\varphi'(0) > 0$  and maps  $U$  onto a region which is starlike with respect to 1 and symmetric with respect to the real axis. Thus,  $\varphi$  has the Taylor series expansion

$$\varphi(z) = 1 + B_1 z + B_2 z^2 + B_3 z^3 + \dots \quad (B_1 > 0).$$

By using the extended operator  $D_{\alpha,\delta}^n f(z)$ , we define a new subclass of functions belonging to the class  $\Sigma$ .

**Definition 1.1** Let  $f \in \Sigma$  given by (1) is said to be in the class  $\Sigma_{\alpha,\delta}^n(\lambda, \gamma, \varphi)$  if the following conditions are satisfied:

$$1 + \frac{1}{\lambda} \left[ \left( D_{\alpha,\delta}^n f(z) \right)' + \gamma z \left( D_{\alpha,\delta}^n f(z) \right)'' - 1 \right] < \varphi(z)$$

$$(0 \leq \gamma \leq 1, \alpha \geq \delta \geq 0, \lambda \in \mathbb{C} \setminus \{0\}, n \in \mathbb{N}, z \in U)$$

and

$$1 + \frac{1}{\lambda} \left[ \left( D_{\alpha,\delta}^n g(w) \right)' + \gamma w \left( D_{\alpha,\delta}^n g(w) \right)'' - 1 \right] < \varphi(w)$$

$$(0 \leq \gamma \leq 1, \alpha \geq \delta \geq 0, \lambda \in \mathbb{C} \setminus \{0\}, n \in \mathbb{N}, w \in U),$$

where the function  $g$  is given by  $g(w) = f^{-1}(w) = w - a_2 w^2 + (2a_2^2 - a_3) w^3 - (5a_2^3 - 5a_2 a_3 + a_4) w^4 + \dots$  and  $D_{\alpha,\delta}^n f$  is defined by (2).

In this paper, we obtain the estimates on the coefficients  $|a_2|$  and  $|a_3|$  for  $\Sigma_{\alpha,\delta}^n(\lambda, \gamma, \varphi)$  as well as its special classes.

For the proof of main results, we need the following lemma.

**Lemma 1.1** [11] If  $p(z) = 1 + c_1z + c_2z^2 + \dots$  is an analytic function in  $U$  with  $Re p(z) > 0$ , then

$$|c_n| \leq 2; n = 1, 2, 3, \dots$$

## 2. COEFFICIENTS ESTIMATES FOR THE CLASS $\Sigma_{\alpha,\delta}^n(\lambda, \gamma, \varphi)$

**Theorem 2.1** Let  $f(z) \in \Sigma_{\alpha,\delta}^n(\lambda, \gamma, \varphi)$  be of the form (1). Then

$$|a_2| \leq \frac{|\lambda| \sqrt{B_1^3}}{\sqrt{|3\lambda(1+2\gamma)B_1^2\Phi_3^n + 4(1+\gamma)^2(B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}|}} \quad (3)$$

and

$$|a_3| \leq B_1 |\lambda| \left( \frac{B_1 |\lambda|}{4(1+\gamma)^2 \Phi_2^{2n}} + \frac{1}{3(1+2\gamma)\Phi_3^n} \right) \quad (4)$$

where  $\Phi_2^n = [1 + (2\alpha\delta + \alpha - \delta)]^n$  and  $\Phi_3^n = [1 + 2(3\alpha\delta + \alpha - \delta)]^n$ .

**Proof.** Since  $f \in \Sigma_{\alpha,\delta}^n(\lambda, \gamma, \varphi)$ , there exist two analytic functions  $u, v: U \rightarrow U$ , with  $u(0) = v(0) = 0$ , such that

$$1 + \frac{1}{\lambda} \left[ \left( D_{\alpha,\delta}^n f(z) \right)' + \gamma z \left( D_{\alpha,\delta}^n f(z) \right)'' - 1 \right] = \varphi(u(z)) \quad (z \in U) \quad (5)$$

and

$$1 + \frac{1}{\lambda} \left[ \left( D_{\alpha,\delta}^n g(w) \right)' + \gamma w \left( D_{\alpha,\delta}^n g(w) \right)'' - 1 \right] = \varphi(v(w)) \quad (w \in U). \quad (6)$$

Define the function  $p$  and  $q$  as following

$$p(z) = \frac{1 + u(z)}{1 - u(z)} = 1 + c_1z + c_2z^2 + c_3z^3 + \dots$$

and

$$q(w) = \frac{1 + v(w)}{1 - v(w)} = 1 + b_1w + b_2w^2 + b_3w^3 + \dots$$

or equivalently,

$$u(z) = \frac{p(z) - 1}{p(z) + 1} = \frac{c_1}{2}z + \frac{1}{2}\left(c_2 - \frac{c_1^2}{2}\right)z^2 + \frac{1}{2}\left(c_3 + \frac{c_1}{2}\left(\frac{c_1^2}{2} - c_2\right) - \frac{c_1c_2}{2}\right)z^3 \dots \quad (7)$$

and

$$v(w) = \frac{q(w) - 1}{q(w) + 1} = \frac{b_1}{2}w + \frac{1}{2}\left(b_2 - \frac{b_1^2}{2}\right)w^2 + \frac{1}{2}\left(b_3 + \frac{b_1}{2}\left(\frac{b_1^2}{2} - b_2\right) - \frac{b_1b_2}{2}\right)w^3 \dots \quad (8)$$

If we use (7) and (8) in (5) and (6) along with (2), we have

$$\begin{aligned} 1 + \frac{1}{\lambda} \left[ \left( D_{\alpha, \delta}^n f(z) \right)' + \gamma z \left( D_{\alpha, \delta}^n f(z) \right)'' - 1 \right] \\ = 1 + \frac{1}{2} B_1 c_1 z + \left[ \frac{1}{2} B_1 \left( c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right) + \frac{1}{4} B_2 c_1^2 \right] z^2 + \dots \end{aligned} \quad (9)$$

and

$$\begin{aligned} 1 + \frac{1}{\lambda} \left[ \left( D_{\alpha, \delta}^n g(w) \right)' + \gamma w \left( D_{\alpha, \delta}^n g(w) \right)'' - 1 \right] \\ = 1 + \frac{1}{2} B_1 b_1 w + \left[ \frac{1}{2} B_1 \left( b_2 - \frac{b_1^2}{2} \right) + \frac{1}{4} B_2 b_1^2 \right] w^2 + \dots \end{aligned} \quad (10)$$

It follows from (9) and (10) that

$$\frac{2(1 + \gamma)\Phi_2^n a_2}{\lambda} = \frac{1}{2} B_1 c_1 \quad (11)$$

$$\frac{3(1 + 2\gamma)\Phi_3^n a_3}{\lambda} = \frac{1}{2} B_1 \left( c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right) + \frac{1}{4} B_2 c_1^2 \quad (12)$$

and

$$-\frac{2(1 + \gamma)\Phi_2^n a_2}{\lambda} = \frac{1}{2} B_1 b_1 \quad (13)$$

$$\frac{3(1 + 2\gamma)\Phi_3^n (2a_2^2 - a_3)}{\lambda} = \frac{1}{2} B_1 \left( b_2 - \frac{b_1^2}{2} \right) + \frac{1}{4} B_2 b_1^2. \quad (14)$$

From (11) and (13) we obtain

$$c_1 = -b_1 \quad (15)$$

By adding (12) to (14) and combining this with (11) and (13), we get

$$a_2^2 = \frac{\lambda^2 B_1^3 (b_2 + c_2)}{4[3\lambda(1 + 2\gamma)B_1^2 \Phi_3^n + 4(1 + \gamma)^2 (B_1 - B_2) \Phi_2^{2n}]} \quad (16)$$

Subtracting (12) from (14), if we use (11) and applying (15), we have

$$a_3 = \frac{\lambda^2 B_1^2 b_1^2}{16(1+\gamma)^2 \Phi_2^{2n}} + \frac{\lambda B_1 (c_2 - b_2)}{12(1+2\gamma) \Phi_3^n}. \quad (17)$$

Finally, in view of Lemma 1.1, we get results (3) to (4) asserted by the Theorem 2.1.

### 3. COROLLARIES AND CONSEQUENCES

i) If we set

$$\lambda = e^{i\theta} \cos\theta \quad \left(-\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}\right)$$

and

$$\varphi(z) = \frac{1 + (1-2\tau)z}{1-z} = 1 + 2(1-\tau)z + 2(1-\tau)z^2 + \dots \quad (0 \leq \tau < 1)$$

which gives  $B_1 = B_2 = 2(1-\tau)$ , in Theorem 2.1, we can have the following corollary.

**Corollary 3.1** Let  $f(z) \in \Sigma_{\alpha,\delta}^n \left( e^{i\theta} \cos\theta, \gamma, \frac{1+(1-2\tau)z}{1-z} \right)$  be of the form (1). Then

$$|a_2| \leq \sqrt{\frac{2(1-\tau)}{3(1+2\gamma)\Phi_3^n} \cos\theta} \quad (18)$$

and

$$|a_3| \leq 2(1-\tau) \left( \frac{(1-\tau)\cos\theta}{2(1+\gamma)^2 \Phi_2^{2n}} + \frac{1}{3(1+2\gamma)\Phi_3^n} \right) \cos\theta. \quad (19)$$

For  $\gamma = 0$ , Corollary 3.1 simplifies to the following form.

**Corollary 3.2** Let  $f(z) \in \Sigma_{\alpha,\delta}^n \left( e^{i\theta} \cos\theta, 0, \frac{1+(1-2\tau)z}{1-z} \right)$  be of the form (1). Then

$$|a_2| \leq \sqrt{\frac{2(1-\tau)}{3\Phi_3^n} \cos\theta} \quad (20)$$

and

$$|a_3| \leq 2(1-\tau) \left( \frac{(1-\tau)\cos\theta}{2\Phi_2^{2n}} + \frac{1}{3\Phi_3^n} \right) \cos\theta. \quad (21)$$

ii) If we set  $\lambda = 1$  and

$$\varphi(z) = \left(\frac{1+z}{1-z}\right)^\beta = 1 + 2\beta z + 2\beta^2 z^2 + \dots \quad (0 < \beta \leq 1)$$

which gives  $B_1 = 2\beta$ ,  $B_2 = 2\beta^2$ , in Theorem 2.1, we can obtain the following corollary.

**Corollary 3.3** Let  $f(z) \in \Sigma_{\alpha,\delta}^n \left(1, \gamma, \left(\frac{1+z}{1-z}\right)^\beta\right)$  be of the form (1). Then

$$|a_2| \leq \beta \sqrt{\frac{2}{3\beta(1+2\gamma)\Phi_3^n + 2(1+\gamma)^2(1-\beta)\Phi_2^{2n}}} \quad (22)$$

and

$$|a_3| \leq \left(\frac{\beta^2}{(1+\gamma)^2\Phi_2^{2n}} + \frac{2\beta}{3(1+2\gamma)\Phi_3^n}\right). \quad (23)$$

In its special case when  $\gamma = 0$  in Corollary 3.3, we can get the following corollary.

**Corollary 3.4** Let  $f(z) \in \Sigma_{\alpha,\delta}^n \left(1, 0, \left(\frac{1+z}{1-z}\right)^\beta\right)$  be of the form (1). Then

$$|a_2| \leq \beta \sqrt{\frac{2}{3\beta\Phi_3^n + 2(1-\beta)\Phi_2^{2n}}} \quad (24)$$

and

$$|a_3| \leq \left(\frac{\beta^2}{\Phi_2^{2n}} + \frac{2\beta}{3\Phi_3^n}\right). \quad (25)$$

**Remark 3.5**

- If we take  $n = 0$  in Theorem 2.1, we obtain the corresponding result given earlier by Deniz [9] (also Srivastava and Bansal [25]).
- Putting  $\lambda = 1$ ,  $\gamma = 0$ ,  $n = 0$  in Theorem 2.1, we have the corresponding result given earlier by Ali et al [1].
- For  $\beta = 0$ ,  $n = 0$  in Corollary 3.2 and  $\gamma = 0$ ,  $n = 0$  in Corollary 3.3, we get the corresponding result given earlier by Srivastava et al [23].
- Putting  $\alpha = 1$ ,  $\delta = 0$  in Theorem 2.1, we obtain the corresponding result given earlier by Çağlar and Deniz [7].

## REFERENCES

- [1] R. M. Ali, S. K. Lee, V. Ravichandran and S. Supramaniam, Coefficient estimates for bi-univalent Ma-Minda starlike and convex functions, *Appl. Math. Lett.*, **2012**, 25, 344–351.
- [2] F. M. Al-Oboudi, On univalent functions defined by a generalized Salagean operator, *Int. J. Math. Sci.*, **2004**, 25–28, 1429–1436.
- [3] D. A. Brannan, J. G. Clunie, Aspects of Contemporary Complex Analysis, (Proceedings of the NATO Advanced Study Institute held at the University of Durham, Durham; July 1 20, 1979), Academic Press, New York and London, **1980**.
- [4] D. A. Brannan and T. S. Taha, On some classes of bi-univalent functions, in: S.M. Mazhar, A. Hamoui, N.S. Faour (Eds.), *Math. Anal. and Appl.*, Kuwait February 18–21, **1985**, in: KFAS Proceedings Series, vol. 3, Pergamon Press, Elsevier Science Limited, Oxford, **1988**, pp. 53–60. see also *Studia Univ. Babeş-Bolyai Math.*, **1986**, 31, 70–77.
- [5] S. Bulut, Faber polynomial coefficient estimates for a comprehensive subclass of analytic bi-univalent functions, *C. R. Acad. Sci. Paris Ser. I*, **2014**, 352, 479–484.
- [6] S. Bulut, N. Magesh and V. K. Balaji, Faber polynomial coefficient estimates for certain subclasses of meromorphic bi-univalent functions, *Comptes Rendus Mathematique*, **2015**, 353, 113-116.
- [7] M. Çağlar and E. Deniz, Initial coefficients for a subclass of bi-univalent functions defined by Salagean differential operator, *Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Ser. A1 Math. Stat.*, **2017**, 66, 85-91.
- [8] M. Çağlar, H. Orhan and N. Yağmur, Coefficient bounds for new subclasses of bi-univalent functions, *Filomat*, **2013**, 27, 1165-1171.
- [9] E. Deniz, Certain subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate conditions, *J. Class. Anal.*, **2013**, 2, 49-60.
- [10] E. Deniz, H. Orhan, The Fekete-Szego problem for a generalized subclass of analytic functions, *Kyungpook Math. J.*, **2010**, 50, 37-47.
- [11] P. L. Duren, Univalent functions, Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, 259, Springer, New York, **1983**.
- [12] B. A. Frasin, M. K. Aouf, New subclasses of bi-univalent functions, *Appl. Math. Lett.*, **2011**, 24, 1569-1573.
- [13] S. G. Hamidi, J. M. Jahangiri, Faber polynomial coefficient estimates for analytic bi-close-to-convex functions, *C. R. Acad. Sci. Paris Ser. I*, **2014**, 352, 17–20.
- [14] A. W. Kedzierawski, Some remarks on bi-univalent functions, *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. A*, **1985**, 39, 77–81.
- [15] S. S. Kumar, V. Kumar and V. Ravichandran, Estimates for the initial coefficients of bi-univalent functions, *Tamsui Oxford J. Inform. Math. Sci.*, **2013**, 29, 487-504.
- [16] M. Lewin, On a coefficient problem for bi-univalent functions, *Proc. Amer. Math. Soc.*, **1967**, 18, 63–68.
- [17] A. K. Mishra and S. Barık, Estimates for the initial coefficients of bi-univalent  $\lambda$ -convex analytic functions in the unit disc, *Journal of Classical Analysis*, **2015**, 7, 73-81.

- [18] E. Netanyahu, The minimal distance of the image boundary from the origin and the second coefficient of a univalent function in  $|z| < 1$ , *Arch. Rational Mech. Anal.*, **1969**, 32, 100-112.
- [19] H. Orhan, N. Magesh and V. K. Balaji, Initial coefficient bounds for a general class of bi-univalent functions, *Filomat*, **2015**, 29, 1259–1267.
- [20] D. Raducanu, H. Orhan, Subclasses of analytic functions defined by a generalized differential operator, *Int. J. Math. Anal.*, **2010**, 4(1), 1-15.
- [21] C. Ramachandran, R. A. Prabhu and N. Magesh, Initial coefficient estimates for certain subclasses of bi-univalent functions of Ma-Minda type, *Applied Mathematical Sciences*, **2015**, 9, 2299-2308.
- [22] G. S. Salagean, Subclasses of univalent functions, *Complex Analysis - Proc 5th Rom Finn Semin, Bucharest 1981*, Part 1, *Lect. Notes Math.*, **1983**, 1013, 362–372.
- [23] H. M. Srivastava, A. K. Mishra, P. Gochhayat, Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions, *Appl. Math. Lett.*, **2010**, 23, 1188–1192.
- [24] H. M. Srivastava, S. Bulut, M. Çağlar, N. Yağmur, Coefficient estimates for a general subclass of analytic and bi-univalent functions, *Filomat*, **2013**, 27, 831-842.
- [25] H. M. Srivastava and D. Bansal, Coefficient estimates for a subclass of analytic and bi-univalent functions, *Journal of the Egyptian Mathematical Society*, **2015**, 23, 242-246.
- [26] Y. Sun, Y. P. Jiang and A. Rasila, Coefficient estimates for certain subclasses of analytic and bi-univalent functions, *Filomat*, **2015**, 29, 351-360.
- [27] D. L. Tan, Coefficient estimates for bi-univalent functions, *Chinese Ann. Math. Ser. A*, **1984**, 5: 559–568.
- [28] P. Zaprawa, Estimates of initial coefficients for bi-univalent functions, *Abstr. Appl. Anal.*, **2014**, Article ID 357480: 6 pages.

**THE FEKETE-SZEGÖ PROBLEM FOR A SUBCLASS OF BI-UNIVALENT FUNCTIONS DEFINED BY DIFFERENTIAL OPERATOR**

**Soner KÜÇÜK, Assoc. Prof. Dr. Murat ÇAĞLAR, Prof. Dr. Erhan DENİZ**

Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Mathematics

**ABSTRACT**

In the present paper, we investigated a new subclass of analytic and bi-univalent functions in the open unit disk defined by differential operator. Then, we solved Fekete-Szegö problem for this subclass. Various known or new special cases of our results are also pointed out.

**Keywords:** Analytic function, bi-univalent function, Fekete-Szegö problem, subordination, differential operator.

**1. INTRODUCTION**

Let  $\mathcal{A}$  denote the family of functions  $f$  of the form

$$f(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} a_k z^k \tag{1.1}$$

which are analytic in the open unit disk  $\mathcal{U} = \{z: |z| < 1\}$ . Further, by  $\mathcal{S}$  we will denote the class of all functions in  $\mathcal{A}$  which are univalent in  $\mathcal{U}$ .

For a function for  $f(z) \in \mathcal{A}$ , the multiplier differential operator  $D_{\alpha,\delta}^n f$  was extended by Deniz and Orhan [7] as follows:

$$\begin{aligned} D_{\alpha,\delta}^0 f(z) &= f(z), \\ D_{\alpha,\delta}^1 f(z) &= D_{\alpha,\delta} f(z) = \alpha\delta z^2 f''(z) + (\alpha - \delta)zf'(z) + (1 - \alpha + \delta)f(z), \\ &\vdots \\ D_{\alpha,\delta}^n f(z) &= D_{\alpha,\delta} \left( D_{\alpha,\delta}^{n-1} f(z) \right), \end{aligned}$$

where  $\alpha \geq \delta \geq 0$  and  $n \in \mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$ . If  $f$  is given by (1.1) then from the definition of the operator  $D_{\alpha,\delta}^n f(z)$  it is easy to see that

$$D_{\alpha,\delta}^n f(z) = z + \sum_{k=2}^{\infty} \Phi_k^n a_k z^k, \tag{1.2}$$

where  $\Phi_k = [1 + (\alpha\delta k + \alpha - \delta)(k - 1)]$ ,  $(\Phi_k^n = [\Phi_k]^n)$ ;  $\alpha \geq \delta \geq 0$  and  $n \in \mathbb{N}_0$ .

It should be remarked that the  $D_{\alpha,\delta}^n f$  is a generalization of many other linear operators considered earlier. In particular, for  $f \in \mathcal{A}$  we have the following:

- $D_{1,0}^n f(z) \equiv D^n f(z)$  the operator defined by Salagean [18].
- $D_{\alpha,0}^n f(z) \equiv D_{\alpha}^n f(z)$  the operator studied by Al-Oboudi [1].



- $D_{\alpha,\delta}^n f(z)$  the same operator considered for  $0 \leq \delta \leq \alpha \leq 1$ , by Raducanu and Orhan [17].

The Koebe one-quarter theorem Duren [8] ensures that the image of  $\mathcal{U}$  under every  $f \in \mathcal{S}$  contain a disk of radius  $\frac{1}{4}$ . So, every  $f \in \mathcal{S}$  has an inverse function  $f^{-1}$  satisfying

$$f^{-1}(f(z)) = z \quad (z \in \mathcal{U})$$

and

$$f(f^{-1}(w)) = w \quad (|w| < r_0(f); r_0(f) \geq \frac{1}{4})$$

where

$$f^{-1}(w) = w - a_2 w^2 + (2a_2^2 - a_3)w^3 - (5a_2^3 - 5a_2 a_3 + a_4)w^4 + \dots$$

A function  $f \in \mathcal{A}$  is said to be bi-univalent in  $\mathcal{U}$  if both  $f(z)$  and  $f^{-1}(z)$  are univalent in  $\mathcal{U}$ . Let  $\Sigma$  denote the class of bi-univalent functions in  $\mathcal{U}$  given by (1.1). For a brief history and interesting examples of functions in the class  $\Sigma$ , together with various other properties of classes of bi-univalent functions refer to [3]-[6], [10], [12]-[15], [19]-[22].

The classical Fekete-Szegö inequality, presented by means of Loewner's method, for the coefficients of  $f \in \mathcal{S}$  is that

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq 1 + 2 \exp(-2\mu/(1-\mu)) \text{ for } 0 \leq \mu < 1.$$

As  $\mu \rightarrow 1^-$ , we have the elementary inequality  $|a_3 - a_2^2| \leq 1$ . Moreover, the coefficient functional

$$F_\mu(f) = a_3 - \mu a_2^2$$

on the normalized analytic functions  $f$  in the unit disk  $\mathcal{U}$  plays an important role in geometric function theory. The problem of maximizing the absolute value of the functional  $F_\mu(f)$  is called the Fekete-Szegö problem. In the literature, there exists a large number of results about inequalities for  $F_\mu(f)$  corresponding to various subclasses of  $\mathcal{S}$  (see [2], [9], [11], [16], [23], [24]).

Let  $\varphi$  be an analytic and univalent function with positive real part in  $\mathcal{U}$ ,  $\varphi(0) = 1$ ,  $\varphi'(0) > 0$  and  $\varphi$  maps the unit disk  $\mathcal{U}$  onto a region starlike with respect to 1 and symmetric with respect to the real axis. The Taylor's series expansion of such function is

$$\varphi(z) = 1 + B_1 z + B_2 z^2 + B_3 z^3 + \dots, \tag{1.3}$$

where all coefficients are real and  $B_1 > 0$ . Throughout this paper we assume that the function  $\varphi$  satisfies the above conditions unless otherwise stated.

By using the extended operator  $D_{\alpha,\delta}^n f(z)$ , we define a new subclass of functions belonging to the class  $\Sigma$ .

**Definition 1.1** A function  $f \in \Sigma$  given by (1.1) is said to be in the class  $\Sigma_{\alpha,\delta}^n(\tau, \gamma, \varphi)$  if the following conditions are satisfied:

$$1 + \frac{1}{\tau} \left[ \left( D_{\alpha,\delta}^n f(z) \right)' + \gamma z \left( D_{\alpha,\delta}^n f(z) \right)'' - 1 \right] \prec \varphi(z)$$

$$(0 \leq \gamma \leq 1, \tau \in \mathbb{C} \setminus \{0\}, \alpha \geq \delta \geq 0, n \in \mathbb{N}, z \in \mathcal{U})$$

and

$$1 + \frac{1}{\tau} \left[ \left( D_{\alpha, \delta}^n g(w) \right)' + \gamma w \left( D_{\alpha, \delta}^n g(w) \right)'' - 1 \right] < \varphi(w)$$

$$(0 \leq \gamma \leq 1, \tau \in \mathbb{C} \setminus \{0\}, \alpha \geq \delta \geq 0, n \in \mathbb{N}, w \in \mathcal{U}),$$

where the function  $g$  is given by  $g(w) = f^{-1}(w) = w - a_2 w^2 + (2a_2^2 - a_3)w^3 - (5a_2^3 - 5a_2 a_3 + a_4)w^4 + \dots$  and  $D_{\alpha, \delta}^n f$  is defined by (1.2).

In this paper, we obtain the Fekete-Szegö inequalities for  $\Sigma_{\alpha, \delta}^n(\tau, \gamma, \varphi)$  as well as its special classes.

Firstly, in order to derive our main results, we need the following lemma.

**Lemma 1.1** [8] Let  $p(z) = 1 + c_1 z + c_2 z^2 + \dots \in P$ , where  $P$  is the family of all functions  $p$ , analytic in  $\mathcal{U}$ , for which  $\text{Re} p(z) > 0$  ( $z \in \mathcal{U}$ ). Then

$$|c_n| \leq 2; n = 1, 2, 3, \dots$$

**Lemma 1.2** [24] Let  $k, l \in \mathbb{R}$  and  $z_1, z_2 \in \mathbb{C}$ . If  $|z_1| < R$  and  $|z_2| < R$  then

$$|(k+l)z_1 + (k-l)z_2| \leq \begin{cases} 2|k|R & \text{for } |k| \geq |l|, \\ 2|l|R & \text{for } |k| \leq |l|. \end{cases}$$

## 2. FEKETE-SZEGÖ INEQUALITIES FOR THE CLASS $\Sigma_{\alpha, \delta}^n(\tau, \gamma, \varphi)$

**Theorem 2.1** Let  $0 \leq \gamma \leq 1$ ,  $\tau \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$ ,  $\alpha \geq \delta \geq 0$ ,  $n \in \mathbb{N}$ ,  $\mu \in \mathbb{R}$ ,  $B_1 > 0$  and  $f \in \Sigma_{\alpha, \delta}^n(\tau, \gamma, \varphi)$ . Then

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{B_1 |\tau|}{3(1+2\gamma)\Phi_3^n}, & |\mu - 1| \leq \left| 1 + \frac{4(1+\gamma)^2(B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}}{3(1+2\gamma)\tau B_1^2 \Phi_3^n} \right|, \\ \frac{B_1^3 |\tau|^2 |\mu - 1|}{|3\tau B_1^2(1+2\gamma)\Phi_3^n + 4(1+\gamma)^2(B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}|}, & |\mu - 1| \geq \left| 1 + \frac{4(1+\gamma)^2(B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}}{3(1+2\gamma)\tau B_1^2 \Phi_3^n} \right|, \end{cases}$$

where  $\Phi_2^n = [1 + (2\alpha\delta + \alpha - \delta)]^n$  and  $\Phi_3^n = [1 + 2(3\alpha\delta + \alpha - \delta)]^n$ .

**Proof.** Since  $f \in \Sigma_{\alpha, \delta}^n(\tau, \gamma, \varphi)$ , there exist two analytic functions  $u, v: \mathcal{U} \rightarrow \mathcal{U}$ , with  $u(0) = v(0) = 0$ , such that

$$1 + \frac{1}{\tau} \left[ \left( D_{\alpha, \delta}^n f(z) \right)' + \gamma z \left( D_{\alpha, \delta}^n f(z) \right)'' - 1 \right] = \varphi(u(z)) \quad (z \in \mathcal{U}) \quad (2.1)$$

and

$$1 + \frac{1}{\tau} \left[ \left( D_{\alpha, \delta}^n g(w) \right)' + \gamma w \left( D_{\alpha, \delta}^n g(w) \right)'' - 1 \right] = \varphi(v(w)) \quad (w \in \mathcal{U}). \quad (2.2)$$

Define the function  $p$  and  $q$  as following:

$$p(z) = \frac{1 + u(z)}{1 - u(z)} = 1 + c_1 z + c_2 z^2 + c_3 z^3 + \dots$$

and

$$q(w) = \frac{1 + v(w)}{1 - v(w)} = 1 + b_1w + b_2w^2 + b_3w^3 + \dots$$

or equivalently,

$$u(z) = \frac{p(z) - 1}{p(z) + 1} = \frac{c_1}{2}z + \frac{1}{2}\left(c_2 - \frac{c_1^2}{2}\right)z^2 + \frac{1}{2}\left(c_3 + \frac{c_1}{2}\left(\frac{c_1^2}{2} - c_2\right) - \frac{c_1c_2}{2}\right)z^3 \dots \quad (2.3)$$

and

$$v(w) = \frac{q(w) - 1}{q(w) + 1} = \frac{b_1}{2}w + \frac{1}{2}\left(b_2 - \frac{b_1^2}{2}\right)w^2 + \frac{1}{2}\left(b_3 + \frac{b_1}{2}\left(\frac{b_1^2}{2} - b_2\right) - \frac{b_1b_2}{2}\right)w^3 \dots \quad (2.4)$$

If we use (2.3) and (2.4) in (2.1) and (2.2) along with (1.3), we have

$$\begin{aligned} 1 + \frac{1}{\tau} \left[ \left( D_{\alpha, \delta}^n f(z) \right)' + \gamma z \left( D_{\alpha, \delta}^n f(z) \right)'' - 1 \right] \\ = 1 + \frac{1}{2} B_1 c_1 z + \left[ \frac{1}{2} B_1 \left( c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right) + \frac{1}{4} B_2 c_1^2 \right] z^2 + \dots \end{aligned} \quad (2.5)$$

and

$$\begin{aligned} 1 + \frac{1}{\tau} \left[ \left( D_{\alpha, \delta}^n g(w) \right)' + \gamma w \left( D_{\alpha, \delta}^n g(w) \right)'' - 1 \right] \\ = 1 + \frac{1}{2} B_1 b_1 w + \left[ \frac{1}{2} B_1 \left( b_2 - \frac{b_1^2}{2} \right) + \frac{1}{4} B_2 b_1^2 \right] w^2 + \dots \end{aligned} \quad (2.6)$$

It follows from (2.5) and (2.6) that

$$\frac{2(1 + \gamma)\Phi_2^n a_2}{\tau} = \frac{1}{2} B_1 c_1 \quad (2.7)$$

$$\frac{3(1 + 2\gamma)\Phi_3^n a_3}{\tau} = \frac{1}{2} B_1 \left( c_2 - \frac{c_1^2}{2} \right) + \frac{1}{4} B_2 c_1^2 \quad (2.8)$$

and

$$-\frac{2(1 + \gamma)\Phi_2^n a_2}{\tau} = \frac{1}{2} B_1 b_1 \quad (2.9)$$

$$\frac{3(1 + 2\gamma)(2a_2^2 - a_3)\Phi_3^n}{\tau} = \frac{1}{2} B_1 \left( b_2 - \frac{b_1^2}{2} \right) + \frac{1}{4} B_2 b_1^2. \quad (2.10)$$

From (2.7) and (2.9) we obtain

$$c_1 = -b_1 \quad (2.11)$$

Subtracting (2.8) from (2.10) and applying (2.11) we have

$$a_3 = a_2^2 + \frac{\tau B_1 (c_2 - b_2)}{12(1 + 2\gamma)\Phi_3^n}. \quad (2.12)$$

By adding (2.8) to (2.10) and combining this with (2.7) and (2.9), we get

$$a_2^2 = \frac{\tau^2 B_1^3 (b_2 + c_2)}{4[3\tau B_1^2 (1 + 2\gamma)\Phi_3^n + 4(1 + \gamma)^2 (B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}]} \quad (2.13)$$

From (2.12) to (2.13) it follows that

$$|a_3 - \mu a_2^2| = \frac{|\tau| B_1}{12(1 + 2\gamma)\Phi_3^n} |(h(\mu) - 1)b_2 + (h(\mu) + 1)c_2|,$$

where

$$h(\mu) = \frac{3(1 - \mu)(1 + 2\gamma)\tau B_1^2 \Phi_3^n}{[3\tau B_1^2 (1 + 2\gamma)\Phi_3^n + 4(1 + \gamma)^2 (B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}]}.$$

Since all  $B_j \in \mathbb{R}$ ,  $B_1 > 0$ ,  $|b_2| \leq 2$ ,  $|c_2| \leq 2$  and Lemma 1.2 we conclude that

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{B_1 |\tau|}{3(1 + 2\gamma)\Phi_3^n} |h(\mu)|, & |h(\mu)| \geq 1, \\ \frac{B_1 |\tau|}{3(1 + 2\gamma)\Phi_3^n}, & 0 \leq |h(\mu)| \leq 1. \end{cases}$$

which completes the proof.

For  $\gamma = 0$  and  $\tau = 1$  in Theorem 2.1, we obtain the following corollary.

**Corollary 2.1** Let  $\alpha \geq \delta \geq 0$ ,  $n \in \mathbb{N}$ ,  $\mu \in \mathbb{R}$ ,  $B_1 > 0$  and  $f \in \Sigma_{\alpha, \delta}^n(1, 0, \varphi)$ . Then

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{B_1}{3\Phi_3^n}, & |\mu - 1| \leq \left| 1 + \frac{4(B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}}{3B_1^2\Phi_3^n} \right|, \\ \frac{B_1^3 |\mu - 1|}{|3B_1^2\Phi_3^n + 4(B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}|}, & |\mu - 1| \geq \left| 1 + \frac{4(B_1 - B_2)\Phi_2^{2n}}{3B_1^2\Phi_3^n} \right|, \end{cases}$$

where  $\Phi_2^n = [1 + (2\alpha\delta + \alpha - \delta)]^n$  and  $\Phi_3^n = [1 + 2(3\alpha\delta + \alpha - \delta)]^n$ .

For  $n = 0$ ,  $\gamma = 0$  and  $\tau = 1$  in Theorem 2.1, we obtain the following corollary.

**Corollary 2.2** Let  $\mu \in \mathbb{R}$  and  $f \in \Sigma_{\alpha, \delta}^0(1, 0, \varphi)$ . Then

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \begin{cases} \frac{B_1}{3}, & |\mu - 1| \leq \left| 1 + \frac{4(B_1 - B_2)}{3B_1^2} \right|, \\ \frac{B_1^3 |\mu - 1|}{|3B_1^2(1 + 2\gamma) + 4(B_1 - B_2)|}, & |\mu - 1| \geq \left| 1 + \frac{4(B_1 - B_2)}{3B_1^2} \right|. \end{cases}$$

If we choose  $\mu = 1$  in Corollary 2.2, we have following corollary.

**Corollary 2.3** Let  $f \in \Sigma_{\alpha, \delta}^0(1, 0, \varphi)$ . Then

$$|a_3 - a_2^2| \leq \frac{B_1}{3}.$$

## REFERENCES

- [1] F. M. Al-Oboudi, On univalent functions defined by a generalized Salagean operator, *Int. J. Math. Sci.*, (2004), 25–28, 1429–1436.
- [2] Ş. Altinkaya and S. Yalçın, Fekete-Szegö inequalities for certain classes of bi-univalent functions, *ISRN Otolaryngology* (2014) 1-6.
- [3] D.A. Brannan and T.S. Taha, On some classes of bi-univalent functions, in: S.M. Mazhar, A. Hamoui, N.S. Faour (Eds.), *Math. Anal. and Appl.*, Kuwait; February 18–21, 1985, in: *KFAS Proceedings Series*, vol. 3, Pergamon Press, Elsevier Science Limited, Oxford, 1988, pp. 53–60. see also *Studia Univ. Babeş-Bolyai Math.* 31(2) (1986), 70–77.
- [4] S. Bulut, Faber polynomial coefficient estimates for a comprehensive subclass of analytic bi-univalent functions, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I*, 352 (6) (2014), pp. 479–484.
- [5] M. Çağlar, H. Orhan and N. Yağmur, Coefficient bounds for new subclasses of bi-univalent functions, *Filomat* 27(7) (2013), 1165-1171.
- [6] E. Deniz, Certain subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate conditions, *J. Class. Anal.* 2(1) (2013), 49–60.
- [7] E. Deniz, H. Orhan, The Fekete-Szegö problem for a generalized subclass of analytic functions, *Kyungpook Math. J.* 50 (2010) 37-47.
- [8] P. L. Duren, *Univalent functions*, Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, 259, Springer, New York, 1983.
- [9] M. Fekete and G. Szegö, Eine Bemerkung über ungerade schlichte Funktionen, *J. London Math. Soc.* 8 (1933), 85-89.
- [10] B. A. Frasin, M.K. Aouf, New subclasses of bi-univalent functions, *Appl. Math. Lett.* 24 (2011) 1569-1573.
- [11] J. Jahangiri, N. Magesh, and J. Yamini, Fekete-Szegö inequalities for classes of bi-starlike and bi-convex functions, *Electronic Journal of Mathematical Analysis and Applications* 3(1) (2015) 133-140.
- [12] S. G. Hamidi, J. M. Jahangiri, Faber polynomial coefficient estimates for analytic bi-close-to-convex functions, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I* 352 (2014) 17–20.
- [13] A. W. Kedzierawski, Some remarks on bi-univalent functions, *Ann. Univ. Mariae Curie-Skalodowska Sect. A* 39 (1985), 77–81 (1988).
- [14] S. S. Kumar, V. Kumar and V. Ravichandran, Estimates for the initial coefficients of bi-univalent functions, *Tamsui Oxford J. Inform. Math. Sci.* 29(4) (2013), 487-504.
- [15] M. Lewin, On a coefficient problem for bi-univalent functions, *Proc. Amer. Math. Soc.* 18 (1967), 63–68.

- [16] H. Orhan, N. Magesh, and V. K. Balaji, Fekete–Szegö problem for certain classes of Ma-Minda bi-univalent functions, *Afrika Matematika* (2015) 1-9.
- [17] D. Raducanu, H. Orhan, Subclasses of analytic functions defined by a generalized differential operator, *Int. J. Math. Anal.* 4(1) (2010) 1-15.
- [18] G. S. Salagean, Subclasses of univalent functions, *Complex analysis - Proc. 5th Rom.-Finn. Semin., Bucharest 1981, Part 1, Lect. Notes Math.*, 1013 (1983), 362–372.
- [19] H. M. Srivastava, A.K. Mishra, P. Gochhayat, Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions, *Appl. Math. Lett.* 23 (2010) 1188–1192.
- [20] H. M. Srivastava, S. Bulut, M. Çağlar, N. Yağmur, Coefficient estimates for a general subclass of analytic and bi-univalent functions, *Filomat* 27(5) (2013), 831-842.
- [21] H. M. Srivastava and D. Bansal, Coefficient estimates for a subclass of analytic and bi-univalent functions, *Journal of the Egyptian Mathematical Society* 23(2) (2015) 242-246.
- [22] D. L. Tan, Coefficient estimates for bi-univalent functions, *Chinese Ann. Math. Ser. A* 5(5) (1984), 559–568.
- [23] P. Zaprawa, On the Fekete-Szegö problem for classes of bi-univalent functions, *Bull. Belg. Math. Soc. Simon Stevin* 21 (2014), 169–178.
- [24] P. Zaprawa, Estimates of initial coefficients for bi-univalent functions, *Abstr. Appl. Anal.*, 2014, Article ID 357480, 6 pages.

**DETERMINATION OF PHOTON INTERACTION PARAMETERS OF Dy<sup>3+</sup> DOPED  
DIAMAGNETIC GLASSES**

**Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>1\*</sup>**

<sup>1\*</sup>Faculty of Sciences, Department of Physics, Atatürk University, TR-25240 Erzurum,  
TURKEY

**ABSTRACT**

Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compound containing Dy<sup>3+</sup> is a useful potential material for technological applications such as scintillator, mid infrared laser and Faraday rotation materials in high energy physics, general radiation and magneto optical sensing systems. Due to their superior properties, it is technologically interesting and attractive to investigate the radiation shielding properties of glasses containing Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. For this reason, in this study, it is aimed to determine the photon interaction parameters of 10GeO<sub>2</sub>-30PbO-50Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(10-x)B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-xDy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (x=0; 1; 3 and 5 molar%) diamagnetic glasses. In accordance with this purpose, the photon interaction parameters of these diamagnetic glasses containing with and without Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were calculated at the energy region from 15keV to 15MeV. These calculated parameters are linear attenuation coefficient, mass attenuation coefficient, mean free path, half-value layer, total atomic and electronic cross-sections and effective atomic number. In order to evaluate their usability in radiation shielding applications, the all parameters were also calculated in the same energy range for the RS 360 and RS 253 glasses, which are widely used in radiation shielding applications. The all results obtained were plotted as function of incident photon energy and evaluated in terms of both incident photon energy and molar amount of Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compound. Additionally, the all parameters obtained for the present diamagnetic glasses were compared with the corresponding results obtained for the RS 360 and RS 253 glasses and the usability of the present glasses in radiation applications was examined. Consequently, the results calculated showed that the present diamagnetic glasses have very good radiation shielding properties and can be used in nuclear applications.

**Keywords:** *Mass attenuation coefficient, effective atomic number, diamagnetic glasses.*

**Dy<sup>3+</sup> KATKILANMIŞ DIAMANYETİK CAMLARIN FOTON ETKİLEŞİM  
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

**Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>1\*</sup>**

<sup>1\*</sup>Fen Fakültesi Fizik Bölümü Atatürk Üniversitesi, TR-25240 Erzurum, TÜRKİYE  
e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

**ÖZET**

Dy<sup>3+</sup> içeren Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşiği, sintilatör, yüksek enerji fiziğinde orta kızılötesi lazer ve Faraday rotasyon malzemeleri, genel radyasyon ve magneto optik algılama sistemleri gibi teknolojik uygulamalar için faydalı bir potansiyel malzemedir. Üstün özellikleri sebebiyle, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren camların radyasyon zırlama özelliklerinin incelenmesi teknolojik açıdan ilginç ve çekicidir. Bu sebeple, bu çalışmada, 10GeO<sub>2</sub>-30PbO-50Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(10-x)B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-xDy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (x=0; 1; 3 ve 5 molar%) diamanyetik camların foton etkileşim parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren ve içermeyen bu diamanyetik camların foton etkileşim parametreleri 15 keV ila 15 MeV enerji aralığında hesaplandı. Hesaplanan bu parametreler, lineer azaltma katsayısı, kütle azaltma katsayısı, ortalama serbest yol, yarı-değer kalınlığı, toplam atomik ve elektronik tesir kesitleri ve etkin atom numarasıdır. Bu camların radyasyon zırlama uygulamalarında kullanılabilirliğini değerlendirmek için tüm parametreler aynı enerji aralığında radyasyon zırlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan RS 360 ve RS 253 camları için de hesaplandı. Elde edilen tüm sonuçlar uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak çizildi ve hem uyarıcı foton enerjisi hem de Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşiğinin molar miktarı açısından değerlendirildi. Ayrıca, incelenen diamanyetik camlar için elde edilen tüm parametreler RS 360 ve RS 253 camları için elde edilen değerlerle karşılaştırıldı ve incelenen camların radyasyon uygulamalarında kullanılabilirliği değerlendirildi. Sonuç olarak, elde edilen sonuçlar incelenen diamanyetik camların çok iyi radyasyon zırlama özelliğine sahip olduğunu ve nükleer uygulamalarda kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Kütle azaltma katsayısı, etkin atom numarası, diamanyetik camlar.*



## 1. GİRİŞ

Radyasyon sızıntısı canlı organizmalar üzerinde ciddi etkiler yaratabilir (Møller ve Mousseau, 2013). Radyasyonun insan günlük aktivitelerindeki geniş uygulamaları nedeniyle, gün geçtikçe uygun radyasyon koruma için güvenlik talebi artmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, radyoloji de dâhil olmak üzere birçok farklı alanda kullanılan X- ve gama ışınları gibi yüksek enerjili elektromanyetik radyasyon için yeni koruyucu materyaller geliştirmeye çalışmaktadırlar. Kurşun (Pb) radyasyon koruma uygulamaları için kullanılan iyi bilinen bir elementtir. Ancak bu elementin düşük erime noktası (327.5 ° C), zayıf mekanik mukavemet ve toksisite gibi bazı sınırlı karakteristik özelliklerinden dolayı, kurşun içermeyen yeni tip zırhlı malzemeler geliştirmek gerekir. Bu amaçla, yüksek yoğunluklu, iyi mekanik dayanım, düşük kimyasal aşınma, yüksek şeffaflık, yüksek erime sıcaklığı ve düşük maliyetli yeni koruyucu malzemeler tasarlamak önemlidir. Literatürde, yukarıda bahsedilen tribolojik özelliklere sahip koruyucu malzemeleri üretmek ve geliştirmek için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu amaçla son dönemlerde özellikle cam numune geliştirilmesinde önemli sayıda çalışma vardır (Ersundu ve ark., 2018; Kumar ve ark., 2019; Kurudirek ve ark., 2018; Sayyed, 2016; Sayyed and Elhouichet, 2017; Singh ve ark., 2003).

Dy<sup>3+</sup> içeren Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşiği, son dönem teknolojik uygulamalarında (sintilatör, yüksek enerji fiziğinde orta kızılötesi lazer ve Faraday rotasyon malzemeleri, genel radyasyon ve magneto optik algılama sistemleri ) önemli bir yere sahiptir. Üstün özellikleri sebebiyle, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren camların radyasyon zırhlama özelliklerinin incelenmesi teknolojik açıdan ilginç ve ilgi çekicidir. Bu çalışmada Chen ve ark. (2019) tarafından üretilen ve 10GeO<sub>2</sub>-30PbO-50Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(10-x)B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-xDy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (x=0; 1; 3 ve 5 molar%) kompozisyonlarına sahip 3 farklı cam numunesinin radyasyon soğurma yetenekleri teorik olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, standart zırhlama malzemeleri olan RS 253 ve RS 360 camları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan Dy camlarının kütlece yüzde bileşenleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Dy<sup>3+</sup> katkılı camlarda yer alan elementlerin kütlece bileşenleri (%) (Chen ve ark. (2019))

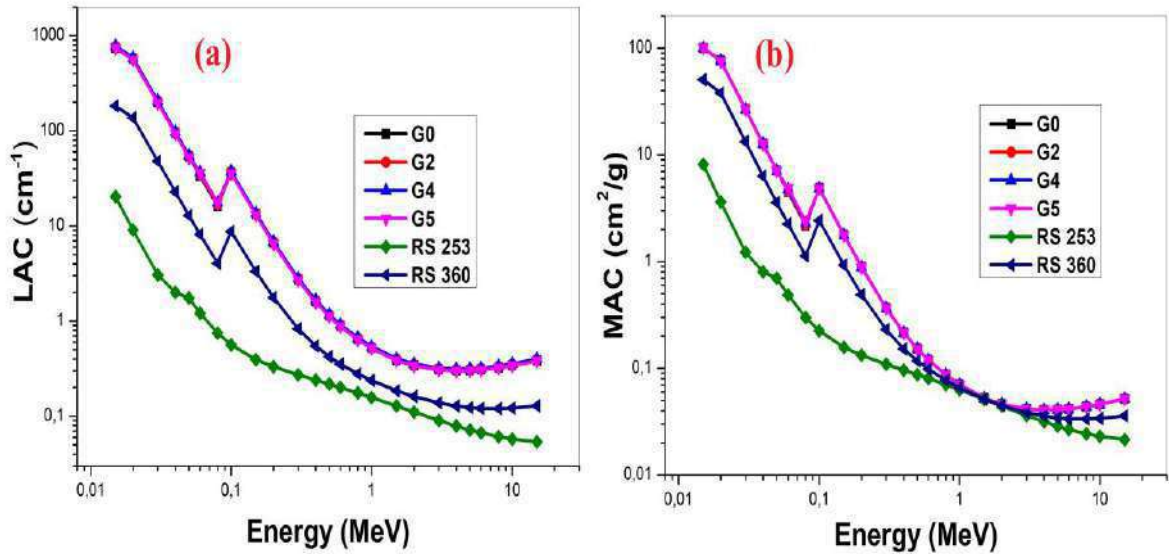
Numune	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	Ortalama						
		Molekül Ağırlığı (g/mol)	Ge	O	Pb	Bi	B	Dy
G0	7.45	317.36	0.027	0.123	0.076	0.766	0.008	0.000
G2	7.59	320.40	0.026	0.122	0.075	0.758	0.007	0.012
G4	7.71	326.46	0.026	0.119	0.074	0.742	0.005	0.035
G5	7.37	332.53	0.025	0.117	0.072	0.726	0.004	0.056

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, ilk olarak, Dy<sup>3+</sup> katkılı camların radyasyon soğurma kapasitelerini belirlemek amacıyla, incelenen camların, kütle azaltma katsayıları (MAC) ve lineer azaltma katsayıları (LAC) 0.015-15 MeV enerji aralığında hesaplanmıştır. Elde edilen LAC değerleri kullanılarak, Dy<sup>3+</sup> camlarının, radyasyonu şiddetini yarıya indirmek için gerekli olan kalınlık değerleri (HVL) ve ortalama serbest yolları (MFP) hesaplanmıştır. Ayrıca bu camların, gelen fotonlar karşısında hangi atom gibi davrandığını belirten parametre olan etkin atom numarasını ( $Z_{\text{eff}}$ ) hesaplamak için atomik ve elektronik tesir kesitlerinin hesaplamaları geniş enerji aralığında yapılmıştır. Çalışmada WinXCOM (Gervard ve ark. 2004) programı tabanlı PSD (Photon Shielding and Dosimetry) programı kullanılmıştır. PSD, oldukça kısa zaman zarfında, birçok zırhlama parametresini yüksek doğrulukla hesaplayabilen programdır. Hesaplamalar için gerekli prosedür bizim önceki makalemizde detaylı bir şekilde açıklanmıştır (Ersundu ve ark., 2018).

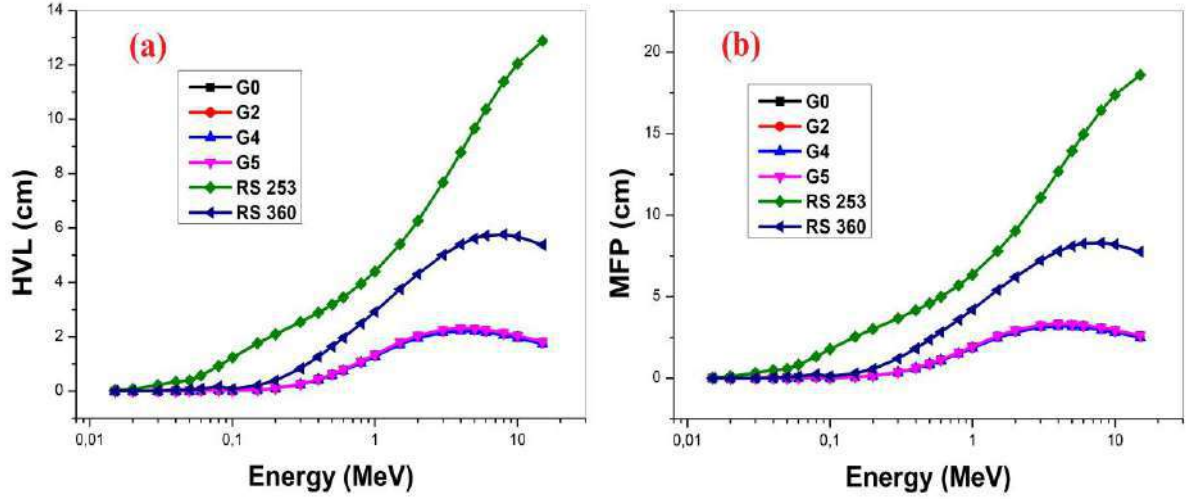
## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Dy<sup>3+</sup> katkılı diyamanyetik camların 0.015-15 MeV enerji aralığında elde edilen LAC ve MAC grafikleri Şekil 1a,b'de verilmiştir. Bu grafiklerden görüldüğü üzere, tüm enerji aralığında Dy katkılı camların soğurma katsayıları standart soğurma malzemesi olarak kullanılan RS 253 ve RS 360 camından daha yüksektir. Dolayısıyla, Dy katkılı camlar, diğer standart camlardan daha iyi düzeyde radyasyon tutma kapasitesine sahiptirler. Dy camları içerisinde yer alan Pb ve Bi elementlerinden dolayı 0.088 MeV düzeyinde grafiklerde bir sıçrama görülmektedir. Bu sıçrama, Pb ve Bi elementlerinin K tabakası soğurma kıyısından kaynaklanmaktadır. Ayrıca aynı durum Pb elementi içeren RS 360 camında da mevcuttur.



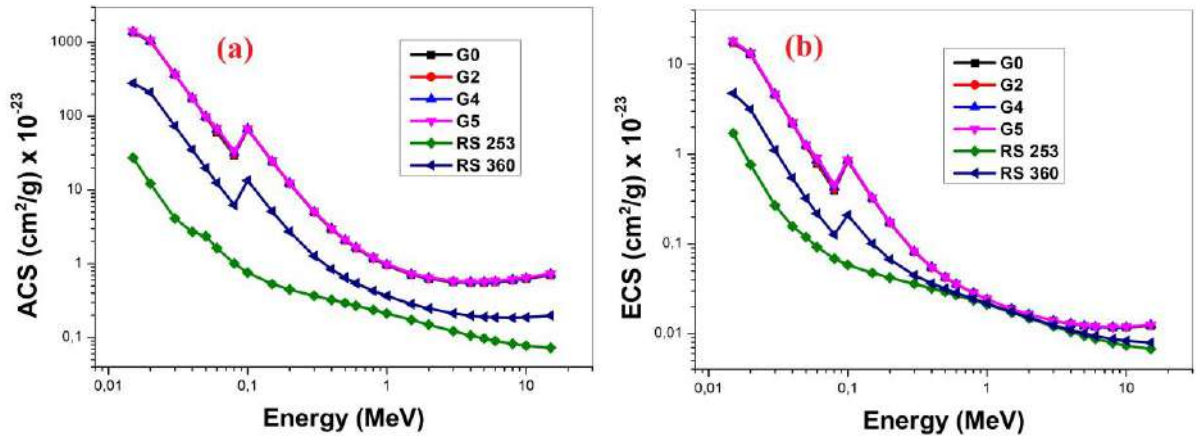
Şekil 1. Dy<sup>3+</sup> katkılı camlar ile RS 253 ve RS 360 camlarının 0.015-15 MeV enerji aralığındaki (a) LAC ve (b) MAC değerlerinin değişim eğrileri.

Gelen radyasyon şiddetini yarıya indirmek için gerekli kalınlık olan HVL değerleri ile fotonların numune içinde ilerleyebileceği ortalama serbest yol (MFP) değerlerinin sürekli enerji aralığında ki değişimleri Şekil 2 a, b’de verilmiştir. Bilinmektedir ki, daha düşük HVL ve MFP değerlerine sahip olan malzemeler, daha iyi düzeyde radyasyon tutma kapasitesine sahiptirler. Grafiklerden görüldüğü üzere tüm enerji aralığında, Dy katkılı camlar için HVL ve MFP değerleri diğer camlardan daha düşük düzeydedir. Bu da bu camların radyasyon tutma kapasitelerinin diğer camlardan daha iyi olduğunu bir diğer kanıtıdır.



Şekil 2. Dy<sup>3+</sup> katkılı camlar ve RS serisi camların geniş enerji aralığında ki (a) HVL ve (b) MFP değişim eğrileri.

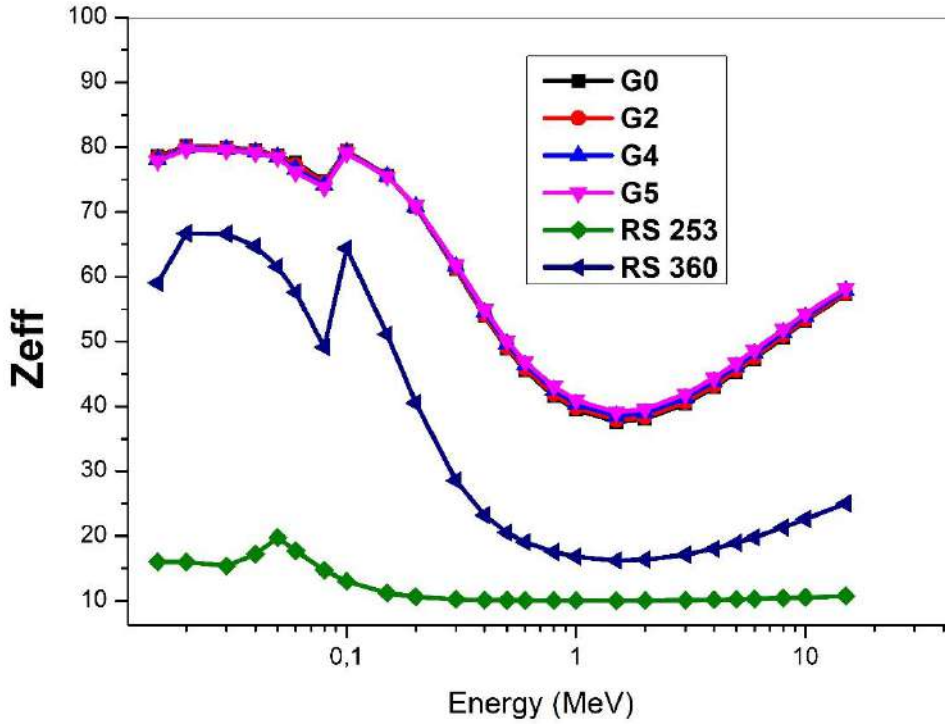
Malzemelerin herhangi bir enerjiye sahip fotonlar ile etkileşim süreçlerinde birim hacimdeki malzeme atomları ve elektronları ile etkileşim ihtimaliyetini gösteren diğer radyasyon zırlama parametreleri ise sırasıyla toplam atomik ve elektronik tesir kesitleridir. Bu çalışmada yukarıda verilen parametrelere ek olarak incelenen malzemelerin ve karşılaştırma için seçilen RS 253 ve RS 360 camlarının ACS ve ECS değerleri hesaplandı ve elde edilen sonuçlar uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Dy<sup>3+</sup> katkılı camlar ve RS serisi camların geniş enerji aralığında ki (a) ACS ve (b) ECS değişim eğrileri.

Şekil 3 incelendiğinde,  $Dy^{+3}$  katkılı camlar ve RS serisi camların artan foton enerjisi ile ACS ve ECS değerlerinin azaldığı ve  $Dy^{+3}$  katkılı camların ACS ve ECS değerlerinin RS serisi camlardan daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum seçilen bir enerji değerindeki fotonların malzemenin birim hacmindeki atomlar ve elektronlar ile etkileşim ihtimaliyetinin  $Dy^{+3}$  katkılı camlarda RS serisi camlara göre daha yüksek olduğunu gösterir. Bu da o enerjideki fotonların  $Dy^{+3}$  katkılı camlar tarafından daha fazla soğurulduğunun göstergesidir.

Yukarıda hesaplanan parametrelere ek olarak incelenen camlar ve karşılaştırma numuneleri olana RS serisi camlar için, birden fazla elementten oluşan maddelerin karakteristikleri hakkında temel bilgiler sağlayan etkin atom numarası hesaplanmıştır. Bu parametre bir sınıf içerisinde var olan malzemelerin temel karakteristik özelliklerine göre tıpkı saf element atomlarında olduğu gibi gruplandırılmasını sağlar. Ayrıca, etkin atom numarası ayrıca radyasyonun madde ile etkileşimini gösteren bir nicelik olması nedeniyle radyasyon zırhlama tasarımı, soğurulan doz ve foton build-up faktörlerinin hesaplanmasında da kullanılabilir. Bazı hallerde, bir maddenin kimyasal kompozisyonu hakkında ilk bilgileri elde etmek için etkin atom numarası kullanılabilir. Bu sebeple radyasyon, nükleer ve medikal uygulamalarda başvurulan bir parametredir. Bu sebeple  $Dy^{+3}$  katkılı camlar ve önemli radyasyon zırh malzemeleri olan RS 253 ve RS 360 camlarının etkin atom numarası için elde edilen değerler uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4.  $Dy^{+3}$  katkılı camlar ve RS serisi camların geniş enerji aralığında etkin atom numaralarının değişim eğrisi.

**Şekil 4** incelendiğinde, incelenen  $Dy^{+3}$  katkılı camların sahip olduğu etkin atom numarası değerlerinin birbirlerine benzer olduğu ve radyasyon zırhlamada kullanılan RS serisi camlardan ise oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir.  $Dy^{+3}$  katkılı camların hemen hemen aynı  $Z_{eff}$  değerlerine sahip olmasının sebebi benzer kimyasal kompozisyonlara ve malzeme atomlarının atomik yüzdelerinin yakınlığına atfedilebilir.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada,  $10GeO_2-30PbO-50Bi_2O_3-(10-x)B_2O_3-xDy_2O_3$  ( $x=0; 1; 3$  ve  $5$  molar%) diamanyetik camların foton etkileşim parametrelerinin belirlenmesi ve bu parametreler yardımı ile bu camların foton zırhlama performanslarının değerlendirilmesi amacıyla,  $Dy_2O_3$  içeren ve içermeyen bu diamanyetik camların lineer azaltma katsayısı, kütle azaltma katsayısı, ortalama serbest yol, yarı-değer kalınlığı, toplam atomik ve elektronik tesir kesitleri ve etkin atom numarası değerleri  $15$  keV- $15$  MeV geniş enerji aralığında hesaplandı. Bu camların radyasyon zırhlama uygulamalarında kullanılabilirliğini değerlendirmek için tüm parametreler aynı enerji aralığında radyasyon zırhlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan RS 360 ve RS 253 camları için de hesaplandı. Elde edilen tüm sonuçlara göre,  $Dy^{+3}$  katkılı diamanyetik camların karşılaştırılan RS serisi camlardan daha iyi foton zırhlama kapasitesine sahip olduğu elde edilmiştir. Bu camları literatürde (Chen ve ark. (2019)) belirtilen üstün özelliklerinin yanı sıra üstün radyasyon performanslarının bu çalışmada ortaya çıkarılması sonucu ile bu cam malzemelerin radyasyon fiziği, nükleer fizik, radyasyon dozimetri gibi teknolojik ve endüstriyel alanlarda alternatif zırh malzemesi olarak kullanılabileceği ve hali hazırda mevcut olan zırh malzemelerinden bu bakımdan daha iyi performans göstereceği bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

#### KAYNAKLAR

- Møller A.P., Mousseau T.A., (2013), The effects of natural variation in background radioactivity on humans, animals and other organisms. *Biological Reviews* 88, 226-254.
- Ersundu A.E., Buyukyildiz M., Ersundu M.C., Sakar E., Kurudirek M., (2018), The heavy metal oxide glasses within the  $WO_3-MoO_3-TeO_2$  system to investigate the shielding properties of radiation applications. *Progress in Nuclear Energy* 104, 280-287.
- Kumar A., Kaur R., Sayyed M., Rashad M., Singh M., Ali A.M.J.P.B.C.M., (2019), Physical, structural, optical and gamma ray shielding behavior of  $(20+x)PbO-10BaO-10Na_2O-10MgO-(50-x)B_2O_3$  glasses. 552, 110-118.
- Kurudirek M., Chutithanapanon N., Laopaiboon R., Yenchai C., Bootjomchai C., (2018), Effect of  $Bi_2O_3$  on gamma ray shielding and structural properties of borosilicate glasses

- recycled from high pressure sodium lamp glass. *Journal of Alloys and Compounds* 745, 355-364.
- Sayyed M.I., (2016), Bismuth modified shielding properties of zinc boro-tellurite glasses. *Journal of Alloys and Compounds* 688, 111-117.
- Sayyed M.I., Elhouichet H., (2017), Variation of energy absorption and exposure buildup factors with incident photon energy and penetration depth for boro-tellurite (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TeO<sub>2</sub>) glasses. *Radiat Phys Chem* 130, 335-342.
- Singh H., Singh K., Gerward L., Singh K., Sahota H.S., Nathuram R., (2003), ZnO-PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glasses as gamma-ray shielding materials. *Nucl Instrum Meth B* 207, 257-262.
- Chen Q., Zhang M., Ma Q., Wang Q., (2019), The structure, spectra and properties of Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> modified diamagnetic lead-bismuth-germanium glasses. *J. of Non Crys. Solids*, 507, 46-55
- Gerward L., Guilbert N., Jensen K.B., Levring H., (2004), WinXCom - a program for calculating X-ray attenuation coefficients. *Radiat Phys Chem* 71, 653-654.

**DETERMINATION OF EFFECTIVE ATOMIC NUMBERS OF Dy<sup>3+</sup> DOPED ZINC  
SODIUM BISMUTH BORATE GLASSES WITH HEAVY IONS AND PHOTON  
RADIATION**

**Özgür Fırat ÖZPOLAT<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin  
ALIM<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup>Computer Sciences Research and Application Center, Atatürk University, 25240 Erzurum,

<sup>2</sup>Faculty of Science, Department of Physics, Ataturk University, TR- 25240, Erzurum

<sup>3</sup>Technical Scientific Vocational School, Department of Electricity and Energy, Bayburt  
University, 69000, Bayburt

**ABSTRACT**

The aim of this study was to investigate the effect of heavy ions and photon radiation on the effective atomic numbers ( $Z_{\text{eff}}$ ) of the glasses with molar composition of  $10\text{ZnO}-5\text{Na}_2\text{CO}_3-10\text{Bi}_2\text{O}_3-(75-x)\text{B}_2\text{O}_3-x\text{Dy}_2\text{O}_3$  ( $x=0.1; 0.5$  and  $1$  mol%) and to evaluate these glasses for radiation shielding applications. The  $Z_{\text{eff}}$  values of materials, which are intended to be determined, are very useful atomic parameters that provide the classification of materials and describe the specific properties of materials within a class. For this purpose, the effective atomic numbers ( $Z_{\text{eff}}$ ) of the investigated glasses were calculated for both heavy ions (electron, proton and alpha particle) and photon (X- and gamma rays) radiation at energy range from 15 keV to 1 GeV. Additionally, in order to evaluate their usability in nuclear applications, the  $Z_{\text{eff}}$  were also calculated in the same energy range for the RS 253 glass, which is widely used in radiation shielding applications. The  $Z_{\text{eff}}$  values calculated for all selected materials were plotted as a function of kinetic energy for heavy ions and plotted as a function of incident energy for photons. The all results obtained were evaluated in terms of both heavy ions and photons. Furthermore, the  $Z_{\text{eff}}$  values obtained for present materials were evaluated in terms of both molar compositions of glasses and RS 253 glass. Consequently, the results obtained shown that the  $Z_{\text{eff}}$  values of present glasses depend on both their own molar composition and the interaction energy of heavy ions and photons.

**Keywords:** *Effective atomic number, glass, heavy ions, radiation shielding.*

**AĞIR İYON VE FOTON RADYASYONU İLE  $Dy^{3+}$  KATKILANMIŞ ÇİNKO  
SODYUM BİZMUT BORAT CAMLARIN ETKİN ATOM NUMARALARININ  
BELİRLENMESİ**

**Özgür Fırat ÖZPOLAT<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin  
ALIM<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup>Bilgisayar Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, Atatürk Üniversitesi TR-  
25240, Erzurum-TÜRKİYE/ e-mail: [ozgur@atauni.edu.tr](mailto:ozgur@atauni.edu.tr)

<sup>2</sup>Fen Fakültesi Fizik Bölümü Atatürk Üniversitesi, TR-25240 Erzurum, TÜRKİYE e-  
mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

<sup>3</sup>Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bayburt  
Üniversitesi, 69000, Bayburt-TÜRKİYE/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı  $10ZnO-5Na_2CO_3-10Bi_2O_3-(75-x)B_2O_3-xDy_2O_3$  ( $x=0.1; 0.5$  ve  $1$  mol%) molar kompozisyona sahip camların etkin atom numaraları ( $Z_{eff}$ ) üzerine ağır iyon ve foton radyasyonunun etkisini araştırmak ve radyasyon zırlama uygulamaları için bu camları değerlendirmektir. Malzemelerin belirlenmek istenen  $Z_{eff}$  değerleri malzemelerin sınıflandırılmasını sağlayan ve bir sınıf içerisindeki malzemelerin spesifik özelliklerini tanımlayan çok faydalı atomik parametrelerdir. Bu amaçla, incelenen camların etkin atom numaraları ( $Z_{eff}$ ) hem ağır iyonlar (elektron, proton ve alfa parçacıkları) hem de foton (X ve gama ışınları) radyasyonu için  $15$  keV'den  $1$  GeV'e kadarki enerji aralığında hesaplandı. Ayrıca, bu camların nükleer uygulamadaki kullanılabilirliğini değerlendirmek için aynı enerji bölgesinde radyasyon zırlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan RS 253 camı için de etkin atom numaraları ( $Z_{eff}$ ) hesaplandı. Tüm seçilen malzemeler için hesaplanan  $Z_{eff}$  değerleri ağır iyonlar için kinetik enerjinin bir fonksiyonu olarak fotonlar için uyarıcı enerjinin bir fonksiyonu olarak çizildi. Elde edilen tüm sonuçlar hem ağır iyonlar hem de fotonlar açısından değerlendirildi. Buna ek olarak, incelenen malzemelerin elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri hem camların molar kompozisyonları hem de RS 253 camı açısından değerlendirildi. Sonuç olarak, elde edilen sonuçlar incelenen camların  $Z_{eff}$  değerleri hem sahip oldukları molar kompozisyona hem de ağır iyonlar ve fotonların etkileşim enerjilerine bağlı olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Etkin atom numarası, cam, ağır iyon, radyasyon zırlama.*



## 1. GİRİŞ

İyonlaştırıcı radyasyonun kullanım alanları reaktör tasarımı, nükleer enerji santralleri, nükleer mühendislik ve uzay teknolojisi uygulamaları, radyasyon terapisinde ve görüntüleme gibi tıbbi alanlarda giderek artmaktadır. Bu uygulama alanlarının artışı radyologları, radyasyon fizikçilerini ve nükleer fizik mühendislerini bu alanda yeni malzemeler keşfetmeye ve tasarlamaya teşvik etmiştir. Bu malzemeler tasarlanırken malzemelerin kütle soğurma katsayıları, atomik ve elektronik tesir kesitleri ve etkin atom numaraları gibi parametrelerin hesaplanması kaçınılmaz bir hal almıştır. Bu parametreler arasından etkin atom numarası ( $Z_{eff}$ ), özellikle alaşım, seramik ve bileşikler gibi çoklu element içeren kompleks yapıların eşdeğer malzemeler cinsinden tanımlanmasında, karakterize edilmesinde ve radyasyon zırlama uygulamalarında kullanılabilirliğinin test etme işlemlerinde kullanılan çok yararlı bir parametredir [1].

Genellikle, nükleer radyasyon zırlamada düşük maliyetleri sebebiyle zırh malzemesi olarak kullanılırlar. Ancak son zamanlarda çalışmalar daha iyi radyasyon zırlama özelliklerine sahip olan camlar üzerine yoğunlaşmıştır. Literatürde cam malzemelerin radyasyon zırlama özellikleri üzerine çok sayıda çalışma mevcuttur [2-9]. Ancak malzemelerin radyasyon zırlama performansları parçacık radyasyonu (ağır iyon radyasyonu) açısından değerlendiren sınırlı sayıda araştırma mevcuttur [1]. Bu sebeple bu çalışmada Hegde et. al., [10] tarafından hazırlanan ve üstün karakteristik özelliklere sahip olan camların hem ağır iyon radyasyonu hem de foton radyasyonu açısından etkin atom numaralarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda  $10ZnO-5Na_2CO_3-10Bi_2O_3-(75-x)B_2O_3-xDy_2O_3$  ( $x=0.1; 0.5$  ve  $1$  mol%) molar kompozisyona sahip camların etkin atom numaraları ( $Z_{eff}$ )  $15$  keV- $1$  GeV geniş enerji aralığında hesaplanmış ve aynı hesaplamalar karşılaştırma için iyi radyasyon zırh malzemeleri arsında olan ve radyasyon uygulamalarında yaygın olarak kullanılan RS 253 camı için de yapılmıştır. Sonuç olarak incelenen camların etkin atom numaraları ( $Z_{eff}$ ) üzerine parçacık ve foton radyasyonunun etkisinin belirlenmesine odaklanılmıştır.

## 2. HESAPLAMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada incelenen  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların etkin atom numaralarının belirlenmesi için tarafımızca geliştirilen PSD (Foton zırlama ve dozimetri) yazılı ile yapılmıştır. Hesaplamalar için detaylı bilgi literatürde birçok çalışmada verilmiştir [1, 11].

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların bazı önemli özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu tabloda verilen Z1, Z2 ve Z3 numune kodları  $10ZnO-5Na_2CO_3-10Bi_2O_3-(75-x)B_2O_3-xDy_2O_3$  cam bileşimlerinde sırasıyla molar yüzdeleri  $x=0.1;$

$x=0.5$  ve  $x=1$  mol% değerlerine karşılık gelen numuneleri göstermektedir. Ayrıca, bu camların yoğunluklarını ve yapısında bulunan elementlerin ağırlıkça yüzdeleri veren değerler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1.  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların bazı önemli spesifik özellikleri[10].

Numune	Ortalama Molekül Ağırlığı (g/mol)	Kırıcılık indisi	Molar Hacim (cc)	$Dy^{3+}$ iyon konsantrasyonu ( $10^{20}$ iyon/cm <sup>3</sup> )
Z1	112.55	1.652	32.62	0.610
Z2	113.76	1.661	32.86	2.998
Z3	121.76	1.673	35.07	5.916

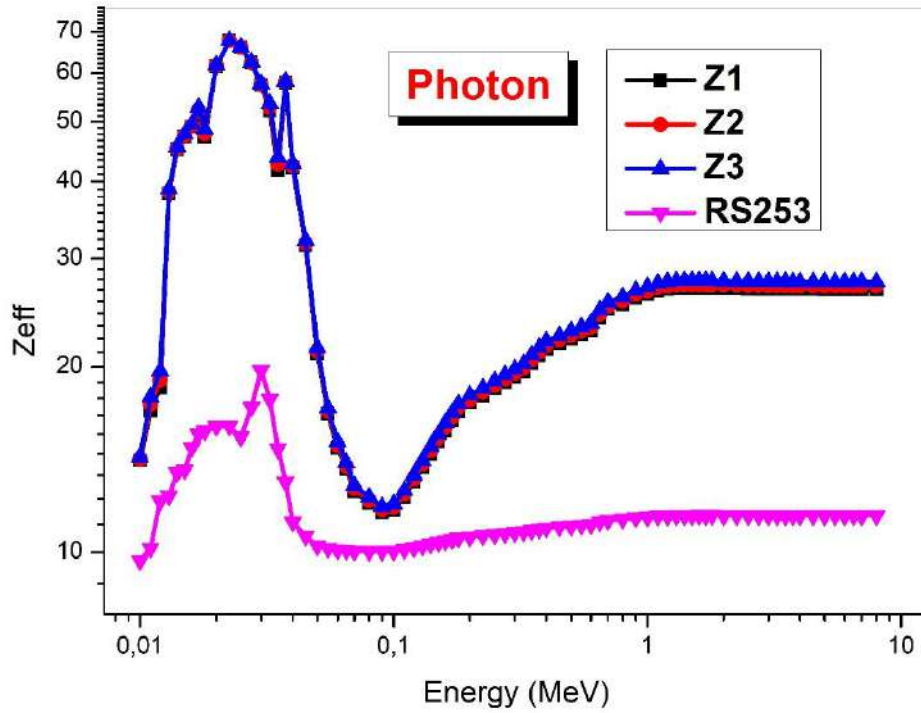
Tablo 2.  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların yoğunlukları ve ağırlıkça elemental konsantrasyonları[10].

Numune	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Zn	O	Na	C	Bi	B	Dy
Z1	3.450	0.0581	0.3980	0.0204	0.0053	0.3713	0.1439	0.0029
Z2	3.461	0.0575	0.3938	0.0202	0.0053	0.3674	0.1416	0.0143
Z3	3.471	0.0567	0.3886	0.0199	0.0052	0.3626	0.1388	0.0282

Bu tablolardaki değerlere göre incelenen camlar benzer kimyasal bileşenlere ve yoğunluklara sahip olmasının yanı sıra sahip oldukları bazı önemli spesifik özelliklerinin de aynı olduğu görülmektedir.

Bu sebeple benzer spesifik özellik gösteren bu camların sahip oldukları etkin atom numaralarını ( $Z_{eff}$ ) hem parçacık radyasyonu açısından hem de foton radyasyonu açısından değerlendirmek için 15 keV-1 GeV enerji aralığında fotonlar, elektronlar, protonlar ve alfa parçacıkları için  $Z_{eff}$  değerleri hesaplanarak enerjinin bir fonksiyonu olarak grafiksel olarak sunulmuştur.

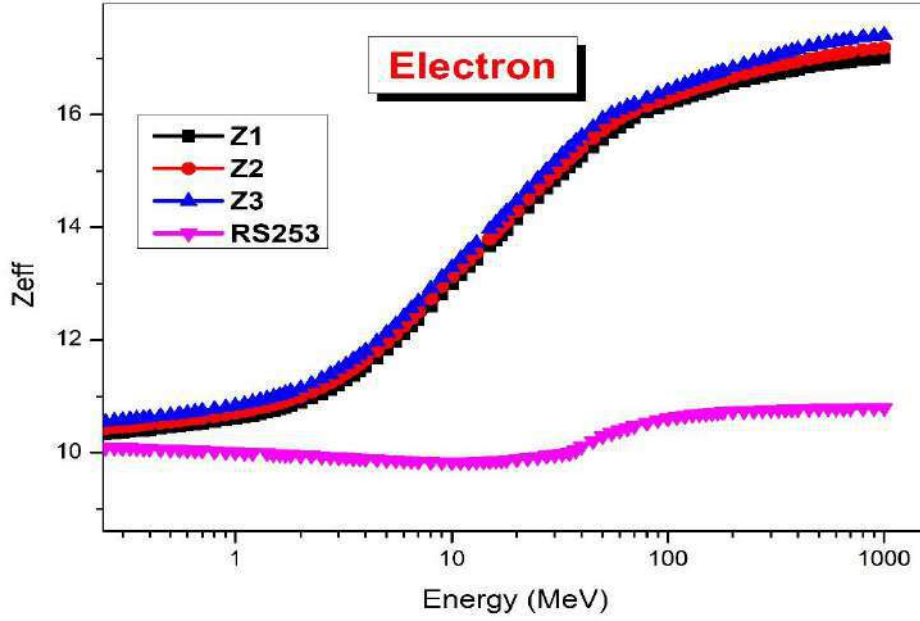
$Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların ve karşılaştırma için RS 253 camının elektron yüklü parçacık radyasyonu için elde edilen  $Z_{eff}$  değerlerinin enerjinin bir fonksiyonu olarak değişim eğrisi Şekil 1’de verilmiştir. Bu şekil incelendiğinde incelenen  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların  $Z_{eff}$  değerlerinin RS 253 camının  $Z_{eff}$  değerlerinden büyük olduğu ve kendi içlerinde ise hemen hemen eşit olduğu sonucu açıkça gözlenmektedir. Bu durum foton radyasyonunu zırlama açısından  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların daha yüksek performansa sahip olduğunun göstergesidir.



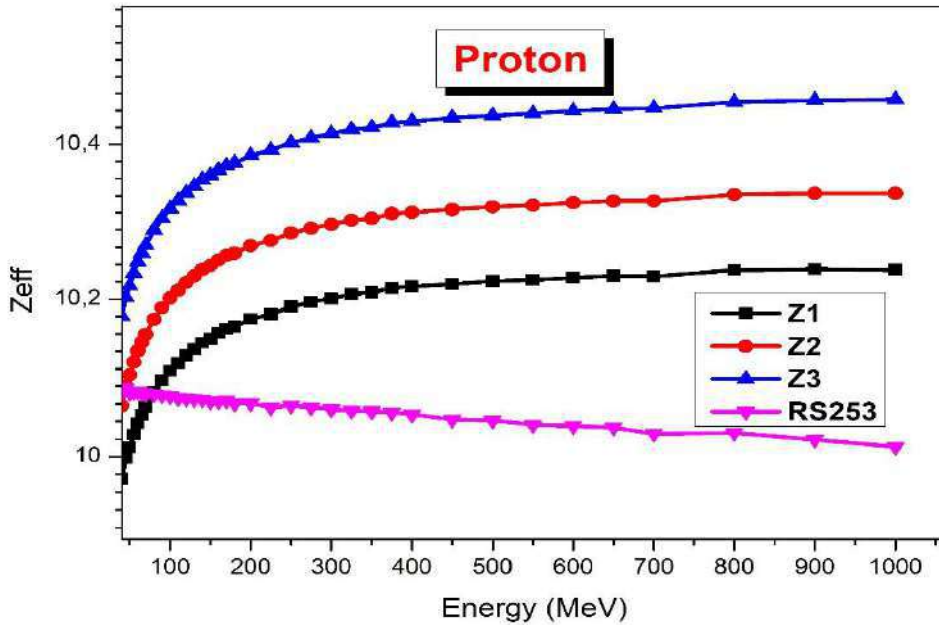
Şekil 1.  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların (Z1, Z2 ve Z3) ve karşılaştırma için RS 253 camının foton radyasyonu için  $Z_{eff}$  değerlerinin uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak değişim eğrisi.

$Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların ve RS 253 camının  $Z_{eff}$  değerlerinin parçacık kinetik enerjisinin bir fonksiyonu olarak değişim eğrileri elektron parçacığı, proton parçacığı ve alfa parçacığı için sırasıyla Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4’de verilmiştir.

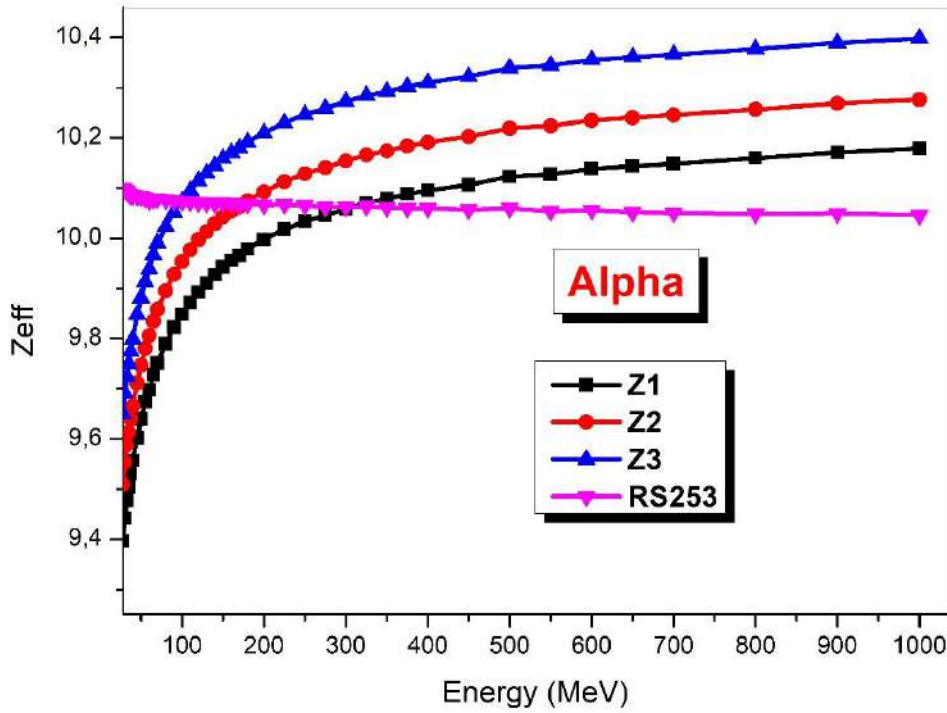
Bu şekiller birlikte değerlendirildiğinde, bütün parçacık çeşitleri için incelenen camların  $Z_{eff}$  değerlerinin artan parçacık kinetik enerjisine bağlı olarak değiştiği, artan kinetik enerji bölgelerinde RS 253 camından daha büyük  $Z_{eff}$  değerlerine sahip olduğu açıkça gözlenmektedir. Ayrıca, incelenen  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların elektron parçacığı için elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri birbirlerine çok yakın iken, proton ve alfa parçacığı için elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri ise birbirlerinden oldukça farklıdır. Bu farklılık ise sistematüğünü korumaktadır. Yani Z1 numunesi için elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri tüm kinetik enerji değerleri için en küçük iken, Z3 numunesi için elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri ise en büyüktür. Bu durum elektron parçacıkları için de mevcuttur fakat  $Z_{eff}$  değerleri aralarındaki fark oldukça küçüktür.



Şekil 2.  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların (Z1, Z2 ve Z3) ve karşılaştırma için RS 253 camının elektron radyasyonu için  $Z_{eff}$  değerlerinin elektronun kinetik enerjisinin bir fonksiyonu olarak değişim eğrisi.



Şekil 3.  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların (Z1, Z2 ve Z3) ve karşılaştırma için RS 253 camının proton radyasyonu için  $Z_{eff}$  değerlerinin protonun kinetik enerjisinin bir fonksiyonu olarak değişim eğrisi.



Şekil 3.  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların (Z1, Z2 ve Z3) ve karşılaştırma için RS 253 camının alfa parçacık radyasyonu için  $Z_{eff}$  değerlerinin alfa parçacığının kinetik enerjisinin bir fonksiyonu olarak değişim eğrisi.

Ayrıca, Şekil 3’de daha düşük kinetik enerjili alfa parçacıkları için elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri incelendiğinde RS 253 numunesi için elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri daha büyük iken, yüksek enerjiler için daha küçüktür. Bu durum incelenen  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların düşük enerjili alfa parçacıklarını soğurma açısından RS 253 camından daha kötü performanslı olduğunu, ancak yüksek enerjili alfa parçacıkları için daha iyi zırhlama performansı göstereceğinin açık kanıdır.

Parçacık radyasyonu açısından hesaplanan  $Z_{eff}$  değerlerinin birbirlerinden farklı olma sebebi ise aynı kinetik enerjiye sahip parçacıkların kütlelerinin birbirlerinden farklı olması sebebiyle kazandıkları hızların birbirlerinden farklı olmasına atfedilebilir. Örneğin herhangi bir kinetik enerji değerinde en az kütleyle sahip olan elektron parçacığı en fazla hıza sahip olacak iken en fazla kütleyle sahip olan alfa parçacığı ise en düşük hıza sahip olacaktır. Bu hız farklılıklarından dolayı parçacıklar malzeme içerisindeki atom ve elektronlar ile farklı ihtimaliyette Coulomb etkileşimine gireceğinden dolayı bu parçacıkların bu malzemeler tarafından durdurulma ihtimaliyeti değişecek ve buna bağlı olarak da  $Z_{eff}$  değerleri değişecektir. Bu sebeple elde edilen sonuçlardan, aynı kinetik enerjide daha düşük kütleyle ve dolayısıyla daha yüksek hıza sahip olan parçacık radyasyonu için elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri en yüksek olacak sonucu açıkça çıkarılabilmektedir.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada,  $Dy^{3+}$  katkılanmış çinko sodyum bizmut borat camların (Z1, Z2 ve Z3) ve karşılaştırma için RS 253 camının 15 keV-1 GeV geniş enerji aralığında hem foton hem de parçacık (elektron, proton ve alfa parçacıkları) için etkin atom numaraları ( $Z_{eff}$ ) hesaplanmıştır. Elde edilen tüm sonuçlara göre malzemeyi karakterize eden  $Z_{eff}$  değerlerinin hem malzemenin kompozisyon çeşitliliğine, hem radyasyon tipine hem de radyasyonun uyarıcı enerji değerine kuvvetli bir şekilde bağlı olduğu açık bir şekilde saptanmıştır. Ayrıca, aynı kinetik enerji değerinde daha düşük kütleli ve dolayısıyla daha yüksek hıza sahip olan parçacıklar için etkileşme ihtimaliyet durumlarının farklılığı sebebiyle malzemenin  $Z_{eff}$  değerlerinin daha yüksek olacağı saptanmıştır. Son olarak, hem foton için hem de parçacık radyasyonu için elde edilen  $Z_{eff}$  değerlerinin birbirlerinden tamamen farklı yönelimler gösterdiği bu durumda foton-madde etkileşim proseslerinin parçacık-madde etkileşim proseslerinden tamamen farklı olduğunun kanıtı olarak bu çalışma ile gösterilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] M. Kurudirek, Heavy metal borate glasses: Potential use for radiation shielding, *J. Alloys and Comp.*, 727 (2017) 1227-1236.
- [2] J. Kaewkhao, A. Pokaipisit, P. Limsuwan, Study on borate glass system containing with  $Bi_2O_3$  and  $BaO$  for gamma-rays shielding materials: Comparison with  $PbO$ , *J. Nucl. Mater.*, 399 (2010) 38-40.
- [3] A. Khanna, S.S. Bhatti, K.J. Singh, K.S. Thind, Gamma-ray attenuation coefficients in some heavy metal oxide borate glasses at 662keV, *Nucl Instrum Meth B*, 114 (1996) 217-220.
- [4] K. Kirdsiri, J. Kaewkhao, N. Chanthima, P. Limsuwan, Comparative study of silicate glasses containing  $Bi_2O_3$ ,  $PbO$  and  $BaO$ : Radiation shielding and optical properties, *Ann Nucl Energy*, 38 (2011) 1438-1441.
- [5] P. Limkitjaroenporn, J. Kaewkhao, P. Limsuwan, W. Chewpraditkul, Physical, optical, structural and gamma-ray shielding properties of lead sodium borate glasses, *J. Phys. Chem. Solids*, 72 (2011) 245-251.
- [6] M.I. Sayyed, Bismuth modified shielding properties of zinc boro-tellurite glasses, *Journal of Alloys and Compounds*, 688 (2016) 111-117.
- [7] M.I. Sayyed, H. Elhouichet, Variation of energy absorption and exposure buildup factors with incident photon energy and penetration depth for boro-tellurite ( $B_2O_3$ - $TeO_2$ ) glasses, *Radiat Phys Chem*, 130 (2017) 335-342.
- [8] H. Singh, K. Singh, L. Gerward, K. Singh, H.S. Sahota, R. Nathuram,  $ZnO$ - $PbO$ - $B_2O_3$  glasses as gamma-ray shielding materials, *Nucl Instrum Meth B*, 207 (2003) 257-262.
- [9] K. Singh, H. Singh, G. Sharma, L. Gerward, A. Khanna, R. Kumar, R. Nathuram, H.S. Sahota, Gamma-ray shielding properties of  $CaO$ - $SrO$ - $B_2O_3$  glasses, *Radiat Phys Chem*, 72 (2005) 225-228.
- [10] V. Hegde, N. Chauhan, C.S. Dwaraka Viswanath, V. Kumar, K.K. Mahato, S.D. Kamath, Photoemission and thermoluminescence characteristics of  $Dy^{+3}$ -doped zinc sodium bismuth borate glasses, *Solid State Sciences*, 89 (2019) 130-138.
- [11] Ziegler, James F., Ziegler, M.D., Biersack, J.P., 2010. SRIM – the stopping and range of ions in matter nuclear instruments and methods in physics research section B. *Beam Interact. Mater. Atoms* 268, 1818–1823.

**CALCULATION OF STOPPING POWER AND RANGE OF HEAVY IONS  
RADIATION OF W-BASED HEAVY ALLOYS**

**Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>2</sup>**

<sup>1\*</sup> Faculty of Science, Department of Physics, Ataturk University, TR- 25240, Erzurum-

<sup>2</sup>Technical Scientific Vocational School, Department of Electricity and Energy, Bayburt  
University, 69000, Bayburt

**ABSTRACT**

In this study we studied interactions of heavy ions radiation with W-based heavy alloys (WBHAs). This paper presents stopping power (MeV/cm) and ranges ( $\mu\text{m}$ ) of electrons, protons and alpha particles for WBHAs and also presents the fast neutron removal cross-sections ( $\text{cm}^{-1}$ ). The stopping powers and ranges were calculated from the theory of Bethe-Bloch formula. This has been done for three different heavy alloys ( $\text{W}_{90}\text{Ni}_6\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ;  $\text{W}_{90}\text{Ni}_3(\text{NiB})_3\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ;  $\text{W}_{90}(\text{NiB})_6\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ) at different energies (from 0.01 MeV to 20 MeV) of the ions. All these calculations were done using different programs; SRIM and ESTAR. The stopping powers calculated for the electron are collision stopping power, radiative stopping power and total stopping power. Also, the stopping powers calculated for proton and alpha are electronic stopping power, nuclear stopping power and total stopping power. Additionally, to be able to make a satisfying assessment about heavy ions radiation of WBHAs, all calculations have been also made for ordinary concrete (OC) and steel-scrap concrete (SS) most commonly used as shielding material in many nuclear applications. The obtained results have been plotted as function of kinetic energy and evaluated in terms of both alloy composition and kinetic energy of ions. According to the results obtained, the stopping powers obtained for WBHAs are higher than the stopping powers of the present shielding concretes and the calculated range values for the WBHAs are smaller than those of the present shielding concretes. This results have been shown that the WBHAs are more efficient than the present shielding concretes in terms of heavy ion radiation. This situation is evidence that these materials can be used in nuclear applications.

**Keywords:** *Stopping power, range, heavy ion, heavy alloy.*

## W-TABANLI AĞIR ALAŞIMLARIN AĞIR İYON RADYASYONLARI İÇİN DURDURMA GÜCÜ VE MENZİLLERİNİN HESAPLANMASI

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Fen Fakültesi Fizik Bölümü Atatürk Üniversitesi TR-25240, Erzurum-TÜRKİYE/  
e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

<sup>2</sup>Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bayburt  
Üniversitesi, 69000, Bayburt-TÜRKİYE/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, W-tabanlı ağır alaşımları (WBHA) ile ağır iyon radyasyonu etkileşimleri üzerine çalıştık. Bu makale, WBHA'lar için elektronların, protonların ve alfa parçacıklarının durdurma gücü (MeV/cm) ve aralıklarını ( $\mu\text{m}$ ) sunar ve ayrıca hızlı nötron uzaklaştırma tesir kesitlerini ( $\text{cm}^{-1}$ ) sunar. Durdurma güçleri ve aralıkları Bethe-Bloch teorisi formülünden hesaplandı. Bu hesap iyonların farklı enerjilerinde (0.01 MeV den 20 MeV'e) üç farklı ağır alaşım ( $\text{W}_{90}\text{Ni}_6\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ;  $\text{W}_{90}\text{Ni}_3(\text{NiB})_3\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ;  $\text{W}_{90}(\text{NiB})_6\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ) için yapıldı. Bu hesaplamaların tamamı farklı programlar (SRIM ve ESTAR) kullanılarak yapıldı. Elektronlar için hesaplanan durdurma güçleri, çarpışma durdurma gücü, ışınlı durdurma gücü ve toplam durdurma gücüdür. Ayrıca, proton ve alfa parçacıkları için hesaplanan durdurma güçleri, elektronik durdurma gücü, nükleer durdurma gücü ve toplam durdurma gücüdür. Bunlara ek olarak, WBHA'ların ağır iyon radyasyonu hakkında tatmin edici bir değerlendirme yapabilmek için, tüm hesaplamalar birçok nükleer uygulamada zırh malzemesi olarak sıkça kullanılan geleneksel beton (OC) ve çelik hurda betonu (SS) için de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar kinetik enerjinin bir fonksiyonu olarak çizildi ve hem alaşım bileşimi hem de iyonların kinetik enerjisi açısından değerlendirildi. Elde edilen sonuçlara göre, WBHA'lar için elde edilen durdurma güçleri verilen zırh betonlarının durdurma güçlerinden daha yüksektir ve WBHA'lar için hesaplanan aralık değerleri verilen zırh betonlarından daha küçüktür. Bu sonuçlar, WBHA'ların verilen zırh betonlarından ağır iyon radyasyonu açısından daha verimli olduğunu göstermiştir. Bu durum, bu malzemelerin nükleer uygulamalarda kullanılabileceğinin kanıtıdır.

**Anahtar Kelimeler:** *Durdurma gücü, aralık, ağır iyon, ağır alaşım.*



## 1. GİRİŞ

Tungsten tabanlı ağır alaşımlar (WHBA), yüksek mukavemet, yüksek erime noktası ve iyi korozyon dirençleri nedeniyle birçok önemli alanda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır [1-4]. Genel olarak bu alaşımlar, ağırlıkça %88-98 oranlarında tungsten ve sıvı faz sinterlemesi sırasında yoğunlaşmayı desteklemek amacıyla, kütlece %2-12 aralığında bağlayıcı malzemeler içerirler. Ni-Fe, Ni-Cu, Co-Ni alaşımları bağlayıcı olarak kullanılan en yaygın malzemelerdir. Sengupta ve Debata, bu bağlayıcıların kullanıldığı bazı çalışmalarını rapor etmişlerdir [5]. Bu bağlayıcılara ek olarak; Re, Mo, Ta ve Co elementlerinin de alaşımların mekanik özelliklerini geliştirdiğine dair çalışmalar mevcuttur [6-10]. Bu elementler arasında Co kullanımının, WHBA'ların esneklik, yapışma dayanımı ve gerilme dayanımını iyileştirici olduğu kanıtlanmıştır [11-12]. Sengupta ve Debate [5] yaptıkları çalışmada W-Fe-Co alaşımına çeşitli oranlarda Ni ve NiB (toplam %6) katkılanması yaparak, bu yeni alaşımların sinterleme sıcaklığı ve katkılanan Ni ve NiB'un malzeme içindeki bulunma yüzdelerine bağlı olarak, bu yeni alaşımların, kristalizasyon ve çeşitli tribolojik özellikleri incelemişlerdir.

Artan insan nüfusuna paralel olarak, enerji ihtiyacı da günden güne artmaktadır. Bu kapsamda, nükleer santraller, yüksek enerji üretimi potansiyelleri ile her geçen gün daha büyük öneme sahip olmaktadır. Ancak, nükleer santrallerde ortaya çıkan radyasyonun, hem insan hem de çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkileri mevcuttur. Bu etkileri minimize etmek amacıyla, reaktör etrafında oldukça geniş radyasyon güvenliği mevcuttur. Reaktörlerde zırh malzemesi olarak kullanılacak malzemelerin, iyi radyasyon soğurma özelliklerinin yanı sıra, yüksek sıcaklık dayanımının da olması gereklidir. Çünkü reaktörlerde ortaya çıkan nötronlar, reaktör etrafında bulunan malzemelerin çekirdekleri ile etkileşerek, bu malzemelerin ısınmasına ve buna bağlı olarak da malzemelerde çatlakların oluşmasına, dolayısıyla radyasyon sızıntısına neden olurlar. Bu nedenle yüksek sıcaklık direncine sahip zırh malzemelerinin reaktörler etrafında zırh malzemesi olarak kullanılması gereklidir. Literatürde yüksek sıcaklık direncine sahip çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

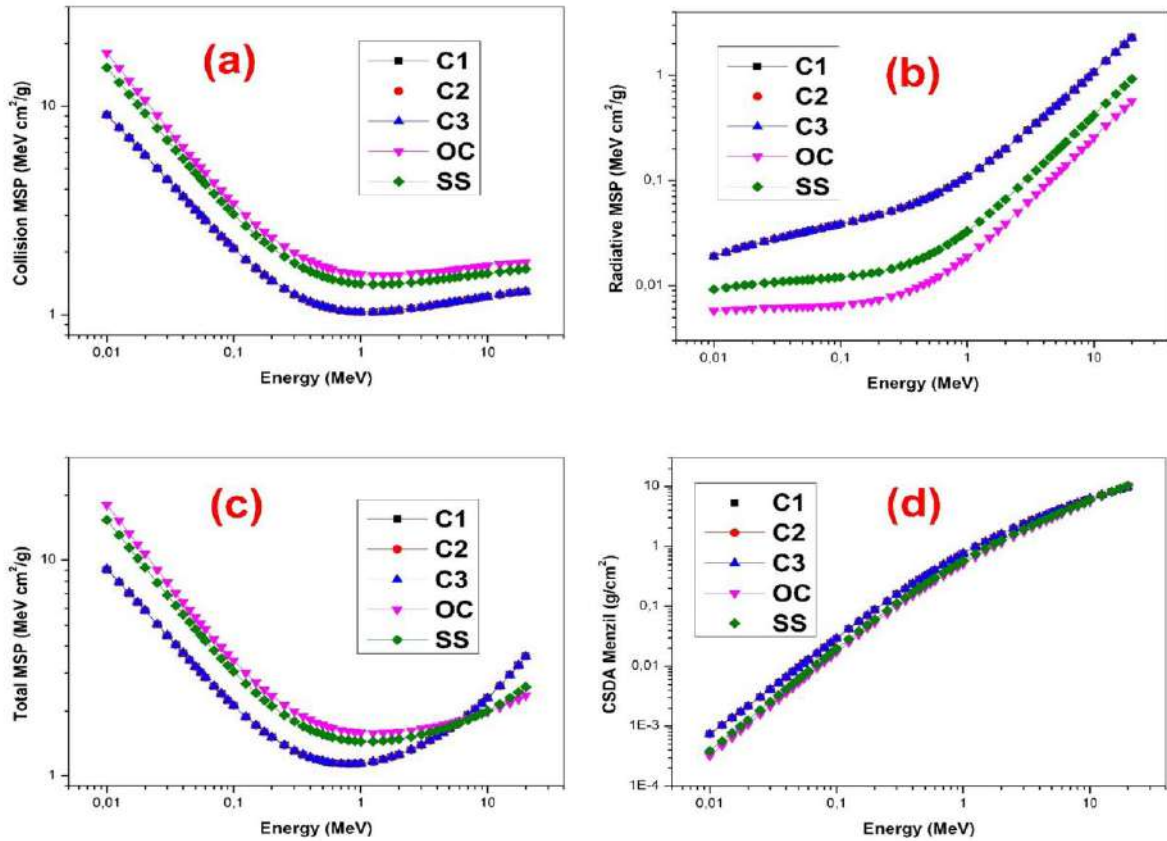
Bilinmektedir ki, Kurşun (Pb) ve Bizmut (Bi) en iyi radyasyon soğuran malzemelerdir. Ancak her ikisi de oldukça düşük sıcaklıklarda sıvı faza geçmektedir. Ayrıca bu elementlerden Pb yüksek toksik etkilere sahiptir ve kullanımında kısıtlamalar mevcuttur. Bi elementi ise maliyet anlamında kullanıma uygun değildir. Bu çalışmada, Sengupta ve Debata [5] tarafından üretilen,  $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$  kompozisyonlarına sahip üç farklı WBHA için, yüklü parçacık (elektron, proton ve alfa) radyasyonu ve nötron ile etkileşim parametreleri sunulmuştur. WBHA'ların ağır iyon radyasyonu hakkında tatmin edici bir değerlendirme yapabilmek için, tüm hesaplamalar birçok nükleer uygulamada zırh malzemesi olarak sıkça kullanılan geleneksel beton (OC) ve çelik hurda betonu (SS) [13] için de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar hem parçacıkların sahip olduğu kinetik enerji açısından hem de kendi içlerinde sahip oldukları metal konsantrasyonu açısından değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında elektron-WBHA etkileşimleri, ESTAR programı kullanılarak 0.01–20 MeV enerji aralığında çarpışma, ışınım ve toplam kütle durdurma güçleri ve elektronların malzeme içinde ilerleyebilecekleri menzil değerleri hesaplanmıştır. WBHA'ların proton ve alfa parçacıkları için elektronik, nükleer ve toplam durdurma güçleri ve menzil değerleri, Ziegler ve ark. [14] tarafından geliştirilen Monte Carlo simülasyon tabanlı SRIM (Stopping and Range of Ions in Materials) programı kullanılarak 0.01-20 MeV enerji aralığında yapılmıştır. Elektron, proton ve alfa parçacığı etkileşim parametrelerine ek olarak, yüksüz ve ağır parçacık olan nötron soğurma tesir kesitleri ortalama 4.5 MeV'lik enerjiye sahip olan hızlı nötronlar için El-Khayatt [15] tarafından tanımlanan yöntemle hesaplanmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

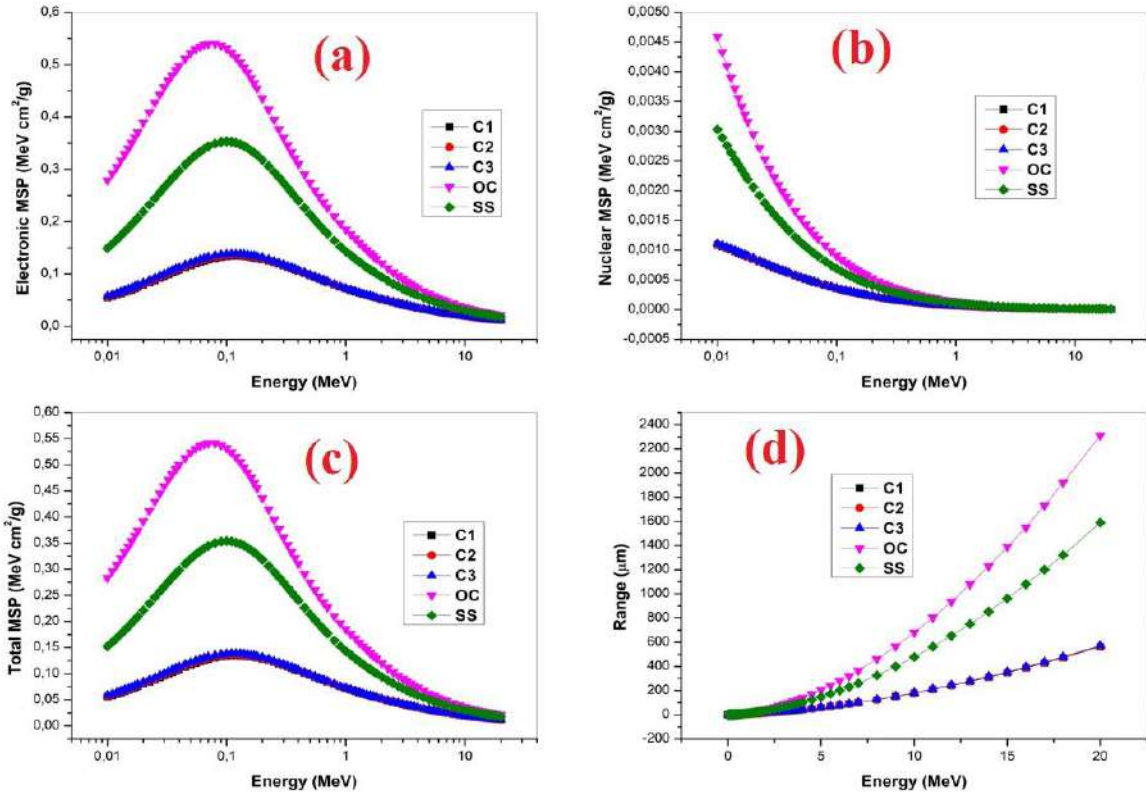
0.01-1 GeV kinetik enerji aralığında ki elektronların WBHA'lar, OC ve SS ile olan etkileşim değişimleri Şekil 1 a-d' de verilmiştir.



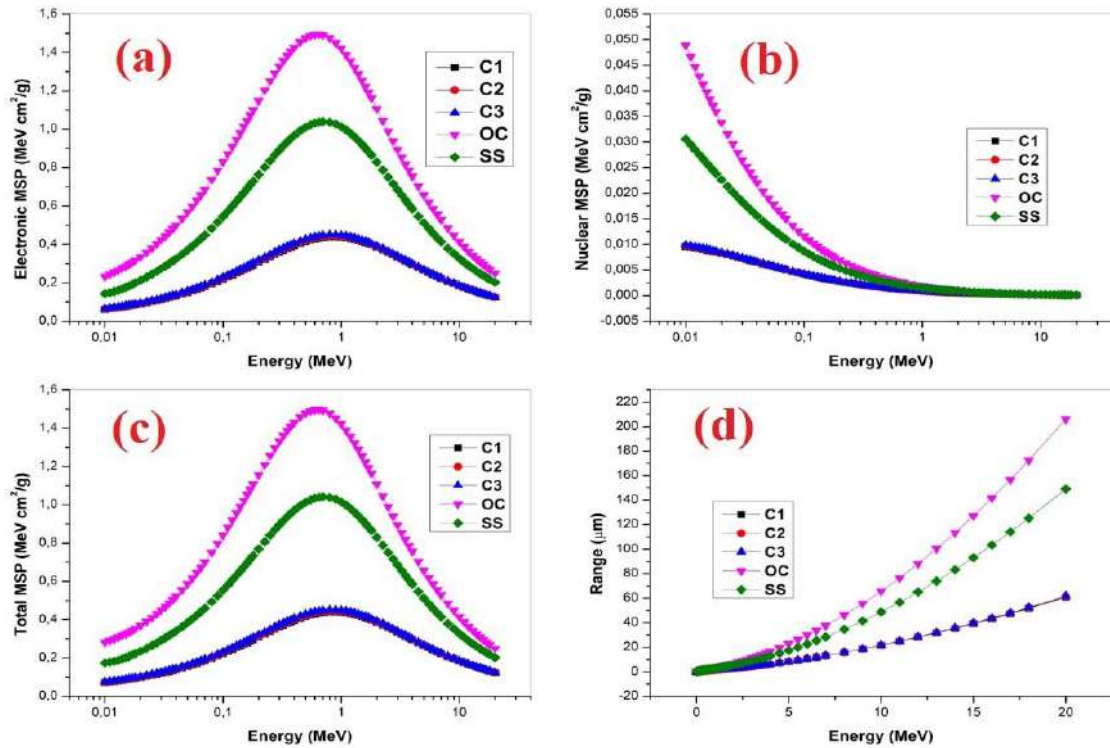
Şekil 1. 0.01-20 MeV enerji aralığında elektronlar için etkileşme parametreleri (a) Çarpışma MSP, (b) Işımalı MSP, (c) Toplam MSP (d) Menzil

Şekil 1 a'da standart soğurma malzemeleri olan OC ve SS'ye ilave olarak Tungsten alaşımlarının çarpışma kütle durdurma gücü profilleri verilmiştir. Bu grafiğe göre, tüm enerji aralığında Tungsten alaşımlarının kütle durdurma güçlerinin diğer numunelerden daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak Şekil 1 b'den görüldüğü üzere, Tungsten alaşımlarının, ışımalı kütle durdurma güç değerleri, diğer karşılaştırma numunelerinden daha düşüktür. Ayrıca her iki grafik birlikte değerlendirildiğinde, çarpışma kütle durdurma güç değerlerinin, ışımalı kütle durdurma güç değerlerinden çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Toplam kütle durdurma gücü, çarpışma ve ışımalı kütle durdurma güçlerinin toplamı olduğundan, toplam kütle durdurma gücü profili, çarpışma kütle durdurma gücü profiline benzer değişim göstermektedir (Şekil 1c). Bir malzemenin kütle durdurma gücü (MSP), durdurma gücünün (SP) yoğunluğuna bölümü ile elde edildiğinden, Tungsten alaşımlarının durdurma güçleri diğer malzemelerden oldukça yüksektir. Çünkü WBHA alaşımlarının yoğunlukları sırasıyla  $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$  (C1),  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$  (C2);  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$  (C3) numuneleri için; 17.196, 16.995, 16.798  $g/cm^3$ 'tür. Ancak OC ve SS için yoğunluk değerleri sırasıyla 2.3 ve 4  $g/cm^3$ 'tür. Bu yoğunluk farkı incelenen WBHA alaşımlarının OC ve SS'den çok daha yüksek durdurma gücüne ve çok daha küçük menzillere sahip olmalarını sağlar. Nitekim Şekil 4 d'de incelenen malzemelerin menzil değerleri verilmiştir. Bu grafikteki değerler  $g/cm^2$  birimindedir. Yoğunluk etkileri göz önüne alındığında WBHA alaşımlarının çok daha küçük menzil değerlerine sahip oldukları görülmektedir.

Ağır pozitif yüklü iyonların (Proton, alfa vb) malzemelerle etkileşmeleri, elektronlardan daha farklı meydana gelmektedir. Bu iyonlar sahip oldukları yüksek değerleriyle, aynı kinetik enerjide elektronlara göre daha düşük hızlarda hareket ederler. Şekil 2. a'da, malzemelerin elektronik kütle durdurma gücü, Şekil 2 b'de nükleer kütle durdurma gücü, Şekil 2 c 'de ise toplam kütle durdurma güçleri 0.01-20 MeV enerji aralığında verilmiştir. Açıkça görülmektedir ki, toplam kütle durdurma gücü, hemen hemen elektronik kütle durdurma gücü ile aynı değişime sahiptir. Bu durumun nedeni elektronik kütle durdurma gücünün, nükleer kütle durdurma gücünden tüm enerjilerde çok büyük olmasıdır. Elektronlarda olduğu gibi protonlarda da malzemelerin yoğunluk değerleri dikkate alındığında WBHA alaşımlarının OC ve SS'den çok daha yüksek durdurma güç değerlerine sahip olduğu açıktır. Bu malzemeler yüksek durdurma güçlerinden ötürü, gelen yüksek enerjili protonları daha kısa mesafelerde durdurmaktadırlar (Şekil 2 d). Örneğin 20 MeV kinetik enerjili protonları durdurmak için, WBHA alaşımları için ortalama 566  $\mu m$ 'lik bir kalınlık gerekli iken, bu uzunluk OC ve SS için sırasıyla 2310 ve 1590  $\mu m$ 'dir.

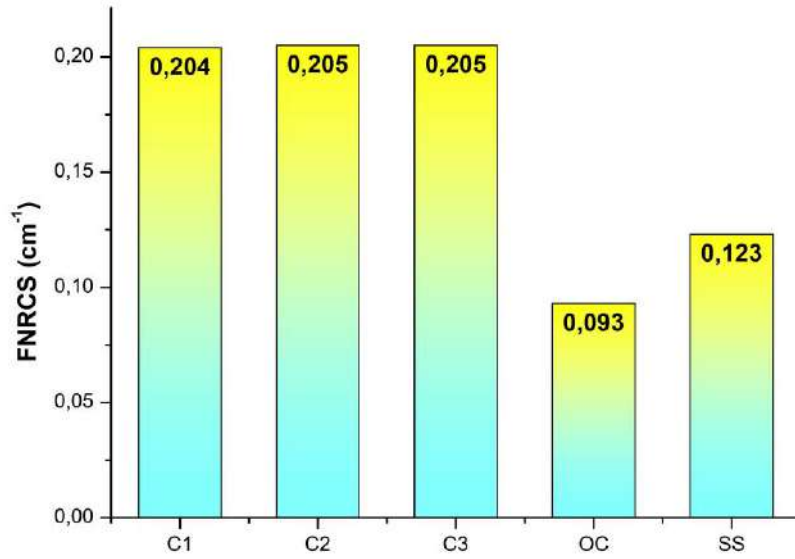


Şekil 2. 0.01-20 MeV enerji aralığında protonlar için etkileşme parametreleri (a) Elektronik MSP, (b) Nükleer MSP, (c) Toplam MSP (d) Menzil



Şekil 3. 0.01-20 MeV enerji aralığında alfa paracıkları için etkileşme parametreleri (a) Elektronik MSP, (b) Nükleer MSP, (c) Toplam MSP (d) Menzil

Alfa parçacıkları da protonlar gibi pozitif yüke sahip olduklarından elektronik, nükleer ve total kütle durdurma gücü profilleri, protona oldukça benzer değişimler göstermektedir. Ancak alfa parçacıkları, protonlara nazaran daha yüksek kütleyle sahip olduklarından, bu parçacıklar, aynı kinetik enerjide protonlara nazaran daha düşük hızlara sahip olurlar. Bu da bu parçacıkların daha kısa mesafelerde durdurulmasına olanak sağlar. Nitekim 20 MeV kinetik enerjide, hızlandırılmış protonlar, WBHA alaşımlarında 556  $\mu\text{m}$ 'de durduruluyorken, hızlandırılmış alfa parçacıkları ise ancak 61.17  $\mu\text{m}$  malzeme kalınlığında durdurulabilmektedir. Bu durum alfa parçacıklarının durdurulması için daha ince zırh gerekliliğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Hızlı nötron soğurma tesir kesitlerinin karşılaştırılması

Yüklü parçacıkların yanı sıra yüksüz ve ağır parçacık olan nötronların malzeme içerisinde zırlanma tesir kesitlerini gösteren hızlı nötron soğurma tesir kesitleri (FNRCS) de hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırma numuneleri olan betonlar ile birlikte Şekil 4'de verilmiştir. Bu şekilden açıkça görüldüğü gibi, incelenen WBHA alaşımlarının FNRCS değerleri nükleer uygulamalarda yaygın olarak kullanılan betonların FNRCS değerlerinden oldukça yüksektir. Bu durum incelenen WBHA alaşımlarının radyasyon fiziği, nükleer fizik ve diğer nükleer uygulamalarda zırh malzemesi olarak kullanılabilceğini açıkça göstermektedir.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Co katkılı Tungsten ağır alaşımlarının elektron, proton ve alfa parçacık radyasyonları için zırlama yetenekleri ve etkileşim parametreleri, 0.01-20 MeV enerji aralığında ESTAR ve SRIM programı kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu malzemelerin hızlı nötron soğurma tesir kesitleri belirlenmiştir. Tüm hesaplamalar standart zırlama malzemeleri olan OC (geleneksel beton) ve SS (çelik hurdası) içinde yapılarak, WBHA

alaşımalarının zırhlamada ki yetenekleri tüm enerji aralığında karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, WBHA alaşımları, elektron, proton, alfa ve nötron parçacıkları için, karşılaştırılan OC ve SS'den çok daha yüksek zırhlama yeteneğine sahiptirler. Çalışmada, WBHA alaşımlarının, yüksek erime noktalarının (yaklaşık 1550 °C) yanı sıra çok iyi radyasyon soğurma özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, radyasyon güvenliği gerektiren uygulamalarda WBHA alaşımlarının, rahatlıkla kullanılabilmesinin göstergesidir. Ayrıca, WBHA alaşımlarının sahip olduğu üstün özellikler ile birlikte parçacık radyasyonu için yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar birlikte düşünüldüğünde radyoterapi, nükleer fizik, radyasyon fiziği, nükleer reaktörler gibi birçok nükleer ve radyasyon uygulamaları için alternatif zırh malzemesi olabileceği bu çalışmayla ortaya konulmuştur.

### KAYNAKLAR

- [1] V. Srikanth, G.S. Upadhyaya, Sintered heavy alloys: a review, *Int. J. Refract. Metals Hard Mater.* 5 (1986) 49-54.
- [2] A. Upadhyaya, Processing strategy for consolidating tungsten heavy alloys for ordnance applications, *Mater. Chem. Phys.* 67 (2001) 101-110.
- [3] E. Lassner, W.D. Schubert, *Tungsten*, Springer, US, Boston, MA, 1999.
- [4] A. Bose, D. Sims, R.M. German, Test temperature and strain rate effects on the properties of a tungsten heavy alloy, *Metall. Trans. A.* 19 (1988) 487-494.
- [5] Sengupta P, and Debata M, *J Alloys Compd* 774 (2019) 145-152.
- [6] A. Bose, R.M. German, Microstructural refinement of W-Ni-Fe heavy alloys by alloying additions, *Metall. Trans. A.* 19 (1988) 3100-3103.
- [7] U. Ravi Kiran, S. Kumar Khaple, M. Sankaranarayana, G.V.S. Nageswara Rao, T.K. Nandy, Effect of swaging and aging heat treatment on microstructure and mechanical properties of tungsten heavy alloy, *Mater. Today Proc.* 5 (2018) 3914-3918.
- [8] K.B. Povarova, M.I. Alymov, O.S. Gavrilin, A.A. Drozdov, E.V. Evstratov, A.I. Kachnov, A.E. Sal'ko, Effect of the conditions of sintering W-Ni-Fe-Co heavy alloy nanopowders on the structure and density of compacted samples, *Russ. Metall.* 2007 (2007) 499-505.
- [9] A. Bose, G. Jerman, R.M. German, Rhenium alloying of tungsten heavy alloys, *Powder Metall. Int.* 21 (1989) 9-13.
- [10] C.L. Chen, S.H. Ma, Effects of Ni/Co ratio and mechanical alloying on characteristics and sintering behavior of W-Ni-Co tungsten heavy alloys, *J. Alloy. Comp.* 711 (2017) 488-494.
- [11] U. Ravi Kiran, A. Panchal, M. Sankaranarayana, G.V.S. Nageswara Rao, T.K. Nandy, Effect of alloying addition and microstructural parameters on mechanical properties of 93% tungsten heavy alloys, *Mater. Sci. Eng.* (2015)
- [12] T.W. Penrice, J. Bost, High Density Tungsten-nickel-iron-cobalt Alloys Having Improved Hardness and Method for Making Same, 4762559, 1988.
- [13] I.I. Bashter Calculation of radiation attenuation coefficients for shielding concretes *Ann Nucl Energy*, 24 (1997),1389-1401.
- [14] Ziegler, James F., Ziegler, M.D., Biersack, J.P., 2010. SRIM – the stopping and range of ions in matter nuclear instruments and methods in physics research section B. *Beam Interact. Mater. Atoms* 268, 1818–1823.
- [15] El-Khayatt, A.M., 2010. Calculation of fast neutron removal cross-sections for some compounds and materials. *Ann. Nucl. Energy* 37, 218–222.

**INVESTIGATION OF HALF VALUE LAYER, MEAN FREE PATH AND  
EFFECTIVE ELECTRON DENSITY OF Ni-DOPED BISMUTH BORATE GLASSES**

**Özgür Fırat ÖZPOLAT<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup>Computer Sciences Research and Application Center, Atatürk University, 25240 Erzurum,

<sup>2</sup>Technical Scientific Vocational School, Department of Electricity and Energy, Bayburt

<sup>3</sup>Faculty of Science, Department of Physics, Ataturk University, TR- 25240, Erzurum-

**ABSTRACT**

The Nickel (Ni) doped glasses have been used in technological applications such as broadband amplifier, solar collectors, phosphors, tunable lasers, etc. In this study, it is aimed to determine the radiation shielding features of Ni-doped glasses in order to expand the application areas of these glasses. For this purpose, the linear attenuation coefficients (LACs), mass attenuation coefficients (MACs), half value layers (HVLs), mean free paths (MFPs) and effective electron densities ( $N_{\text{eff}}$ ) of Ni-doped glass samples with weight composition of  $70\text{B}_2\text{O}_3-(30-x)\text{Bi}_2\text{O}_3-x\text{NiO}$  ( $x=0; 1; 2$  wt%) were calculated at the wide energy range from 15 keV to 15 MeV in order to examine their possibility for utilization as radiation shielding glasses. The all calculations were done by using PSD (Photon Shielding and Dosimetry) software, which can calculate all shielding parameters at wide energy range. Additionally, the all calculations were also made for ordinary concrete (OC) and RS 253 glass, which is widely used in radiation shielding applications, to compare the shielding properties of Ni-doped glasses. The obtained results showed that the HVL values for the investigated Ni-doped glasses are lower than OC and RS 253. For the 1 MeV photon energy, while the sample thickness required to reduce the number of incident photons to one-half is about 1.5 cm for the present Ni-doped glasses, these thicknesses are 4.7 cm and 4.4 cm for the OC and RS 253, respectively. Also, the results of HVLs showed that the radiation shielding performances of the present glasses are better than the OC and RS 253. This situation was supported by the MFPs and  $N_{\text{eff}}$  calculation results in all calculated energies.

**Keywords:** *Half value layer, mean free path, effective electron density, Ni-doped glass, radiation shielding.*

**Ni-KATKILI BİZMUT BORAT CAMLARIN YARI DEĞER KALINLIĞI,  
ORTALAMA SERBEST YOL VE ETKİN ELEKTRON YOĞUNLUĞUNUN  
İNCELENMESİ**

**Özgür Fırat ÖZPOLAT<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup>Bilgisayar Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, Atatürk Üniversitesi, TR-25240, Erzurum-TÜRKİYE/ e-mail: [ozgur@atauni.edu.tr](mailto:ozgur@atauni.edu.tr)

<sup>2</sup>Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bayburt Üniversitesi, 69000, Bayburt-TÜRKİYE/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

<sup>3</sup>Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Atatürk Üniversitesi, TR-25240, Erzurum, TÜRKİYE/ e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

**ÖZET**

Nikel (Ni) katkı camlar geniş bantlı amplifikatörler, güneş kolektörleri, fosforlar, ayarlanabilir lazerler gibi teknolojik uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Ni- katkı bu camların uygulama alanlarını genişletmek için radyasyon zırlama özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, kütlece kompozisyonları  $70\text{B}_2\text{O}_3-(30-x)\text{Bi}_2\text{O}_3-x\text{NiO}$  ( $x=0; 1; 2$  wt%) olan Ni- katkı cam numunelerin lineer azaltma katsayıları (LAC), kütle azaltma katsayıları (MAC), yarı değer kalınlıkları (HVL), ortalama serbest yolları (MFP) ve etkin elektron yoğunlukları ( $N_{\text{eff}}$ ), onların radyasyon zırlama camları olarak kullanılma ihtimaliyetini değerlendirmek için 15 keV'den 15 MeV'e kadar geniş enerji aralığında hesaplandı. Tüm hesaplamalar, geniş enerji aralığında bütün zırlama parametrelerini hesaplayabilen PSD (foton zırlama ve dozimetri) yazılımı kullanılarak yapıldı. Ek olarak, tüm hesaplamalar, Ni- katkı camların radyasyon zırlama özelliklerinin karşılaştırılması için radyasyon zırlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan geleneksel beton (OC) ve RS 253 camı için de yapıldı. Elde edilen sonuçlar incelenen Ni- katkı camların HVL değerlerinin OC ve RS 253 ten daha düşük olduğunu göstermiştir. 1 MeV foton enerjisi için, uyarıcı foton demetindeki foton sayısını yarıya indirmek için gerekli numune kalınlığı incelenen Ni- katkı camlar için yaklaşık 1.5 cm iken bu kalınlıklar OC ve RS 253 için sırasıyla 4.7 cm ve 4.4 cm dir. Ayrıca, HVL sonuçları incelenen camların radyasyon zırlama performanslarının OC ve RS 253 ten daha iyi olduğunu göstermiştir. Bu durum tüm hesaplanan enerjilerde MFP ve  $N_{\text{eff}}$  hesaplama sonuçları ile desteklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Yarı değer kalınlığı, ortalama serbest yol, etkin elektron yoğunluğu, Ni- katkı cam, radyasyon zırlama.*



## 1. GİRİŞ

Radyasyon zırhlama uygulamaları için eşsiz özelliklere sahip ve radyasyon absorblama performansları çok yüksek ölçüde olan yeni malzeme tasarımı ve keşfi nükleer uygulamaların arttığı günümüzde son derece önemli hale gelmiştir. Bu sebeple bu malzemeler tasarlanırken malzemelerin yüksek yoğunluğa, yüksek erime noktasına, yüksek korozyon direncine, yüksek mukavemete, düşük toksin etkisine ve düşük maliyete sahip olmasına önemle dikkate edilir. Bu tribolojik özelliklerin yanı sıra lineer azaltma katsayısı (LAC), kütle azaltma katsayısı (MAC) ve etkin atom numarası ( $Z_{\text{eff}}$ ) gibi parametrelerin yüksek olmasına ve yarı-değer kalınlığı (HVL), ortalama serbest yol (MFP) gibi parametrelerin ise düşük olmasına dikkat edilir. Bu sebeple çalışmalarını bu sayılan değerleri dikkate alarak yeni zırh malzemesi tasarlama ve/veya var olan malzemelerin radyasyon zırhlama özelliklerinin araştırılması üzerine dayalı literatürde birçok çalışma mevcuttur [1-16].

En baskın cam ağ oluşturmaları olan  $B_2O_3$  bileşiği, optik, elektriksel, fiziksel, ısıl kararlılık ve kimyasal dayanıklılık gibi ilginç teknolojik uygulamaları nedeniyle araştırmacılar arasında popülerlik kazanmıştır [17]. Bu sebeple bu bileşiklere bazı ağır iyonlar katılarak camların bazı spesifik özelliklerinin artırılması hedeflenmektedir. Bu amaçla yapılan bazı çalışmalarda, Pb, Cd, Cr, Hg ve Bi gibi ağır metal iyonlarının  $B_2O_3$  bileşiğine katılması ile borat esaslı camların özelliklerinin artırıldığı ve bunların arasında çevre dostu Bi metal iyonlarının temel borat camındaki uygun bölgeleri işgal ederek hem ağ modifikasyonuna hem de ağ oluşumuna katılma özelliğine sahip olduğu rapor edilmiştir [18-20]. Bunların yanı sıra, birden fazla oksidasyon seviyesine sahip olan Fe, Co, Ni, Cu, V, Cr, Ti ve W gibi geçiş metal iyonları ilginç elektriksel ve optik özelliklere sahip olduklarından dolayı cam yapılarına katılarak camların spesifik özelliklerinin değişimi açısından yüksek oranda kullanılmaktadırlar. Literatürde geçiş metali iyonları içeren borat camlarında bir çok çalışma yapılmıştır [21-23].

Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen üstün özellikleri sebebiyle borat camları ele alınarak, 3d geçiş metallere olan Ni elementinin NiO bileşiğinin katılmasıyla oluşan camların uygulama alanlarını genişletmek için radyasyon zırhlama özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, kütlece kompozisyonları  $70B_2O_3-(30-x)Bi_2O_3-xNiO$  ( $x=0; 1; 2$  wt%) şeklinde Thakur et al., [24] tarafından tanımlanan Ni-katkılı cam numunelerin lineer azaltma katsayıları (LAC), kütle azaltma katsayıları (MAC), yarı değer kalınlıkları (HVL), ortalama serbest yolları (MFP) ve etkin elektron yoğunlukları ( $N_{\text{eff}}$ ), onların radyasyon zırhlama camları olarak kullanılma ihtimaliyetini değerlendirmek için 15 keV'den 15 MeV'e kadar geniş enerji aralığında hesaplanması üzerine odaklandık. İncelenen camların radyasyon zırhlama performanslarının tatmin edici ölçüde değerlendirilebilmesi için tüm hesaplamalar radyasyon zırhlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan geleneksel beton (OC) ve RS 253 camı için de yapılması hedeflendi. Elde edilen sonuçlar dikkate alınarak, incelenen Ni-katkılı camların radyasyon zırhlama performansları hem uyarıcı foton enerjisi açısından hem

de karşılaştırma numunelerine göre değerlendirilerek bu camların nükleer uygulamalarda kullanılabilirliği üzerine odaklanıldı.

## 2. HESAPLAMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada spesifik özellikleri Tablo 1’de verilen Ni-katkılı bizmut borat camların lineer azaltma katsayıları (LAC), kütle azaltma katsayıları (MAC), yarı-değer kalınlıkları (HVL), ortalama serbest yolları (MFP) ve etkin elektron yoğunlukları hesaplandı. Tablo 1’de S1, S2 ve S3 kodlu numuneler sırasıyla ağırlıkça bileşen formülü verilen  $70\text{B}_2\text{O}_3-(30-x)\text{Bi}_2\text{O}_3-x\text{NiO}$  cam formülündeki  $x=0$ ,  $x=1$  ve  $x=2$  bileşimlerine karşılık gelmektedir. Bu tablo incelendiğinde Ni-katkılı camların sahip olduğu spesifik özelliklerin bir çok teknolojik uygulama için elverişli olduğunun göstergesidir.

Tablo 1. Ni-katkılı bizmut borat camların bazı önemli spesifik özellikleri[24].

Numune Özellikleri	S1	S2	S3
Ortalama Molekül Ağırlığı (g/mol)	188.52	184.6	180.69
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	6.812	6.837	8.301
Molar Hacim (cm <sup>3</sup> /mol)	27.673	27.001	21.767
İyon Konsantrasyonu (Ni) (10 <sup>20</sup> iyon/cm <sup>3</sup> )	0.000	4.461	11.067
Kırılma indisi	2.298	2.321	2.353
Cam geçiş sıcaklığı (°C)	672	661	478
Cam kristalleşme sıcaklığı (°C)	871	741	523

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen parametrelerin hesaplanma prosedürleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

### 2.1. Lineer ve kütle azaltma katsayıları ( $\mu$ ; cm<sup>-1</sup> ve $\mu_m$ ; cm<sup>2</sup>/g)

Bir malzeme üzerine gönderilen aynı frekanslı fotonların malzeme tarafından şiddetinin birim uzunluk başına azaltılmasını izah eden ve zırh malzemesinin birim uzunluk başına gelen uyarıcı fotonlar ile toplam etkileşim ihtimaliyeti olarak tanımlanan lineer azaltma katsayısı aşağıdaki formül ile verilir.

$$\mu = \frac{\ln(I_0/I)}{x} \quad (1)$$

Burada  $I_0$  ve  $I$  sırasıyla numuneye gelen tek enerjili fotonların şiddeti ve numuneden çıkan aynı enerjili fotonların şiddeti,  $x$  (cm) ; malzeme kalınlığıdır.  $\mu$  (cm<sup>-1</sup>) ise lineer azaltma katsayısıdır.

Kütle azaltma katsayısı ise zırh malzemesine gelen fotonların birim hacim başına malzeme içerisinde etkileşim ihtimaliyetini gösterir. Malzemelerin foton zırlama kapasitelerini değerlendirmek için çok yararlı bir parametredir. Lineer azaltma katsayısı sadece kalınlığa bağlı iken bu parametre hem kalınlığa hem de yoğunluğa bağlı olduğu için malzemelerin zırlama performanslarını kıyaslamada daha anlamlı bir parametredir. Kütle azaltma katsayısı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\mu_m = \left( \frac{\mu}{\rho} \right) = \frac{\ln(I_0/I)}{\rho x} \quad (2)$$

Burada  $\rho$  malzemenin yoğunluğudur ve birimi  $\text{g/cm}^3$  tür.

## 2.2. Ortalama serbest yol ( $\lambda$ ; cm)

Ortalama serbest yol, fotonun madde içerisinde ilerlerken ardışık iki etkileşim arasında aldığı ortalama mesafe olarak tarif edilir. Bir malzemenin ortalama serbest yol değeri ne kadar düşük ise o malzeme o kadar iyi zırh malzemesi olabilir denir. Ortalama serbest yol aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$MFP = \lambda = \frac{\int_0^{\infty} x e^{-\mu x} dx}{\int_0^{\infty} e^{-\mu x} dx} = \frac{1}{\mu} \quad (3)$$

## 2.3. Yarı-değer kalınlığı ( $X_{1/2}$ ; cm)

Birimi cm olan yarı-değer kalınlığı bir malzeme ile etkileşen tek frekanslı fotonların şiddetini yarıya malzeme kalınlığını ifade eder. Bu değerler herhangi bir foton enerji değeri için ne kadar küçük olarak elde edilirse o malzeme ilgili enerjideki fotonları o kadar iyi soğuruyor demektir. Bu değer aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$X_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\mu} \quad (4)$$

## 2.4. Etkin elektron sayısı ( $N_{eff}$ ; elektron/g)

Saf bir element atomunda olduğu gibi kompleks bir malzemenin etkin elektron sayısı ( $N_{eff}$ ) tek ve tam sayı ile ifade edilemez. Çünkü bu sayı, malzeme ile etkileşime giren uyarıcı foton enerjisine, malzemenin sahip olduğu atomik çeşitliliğe ve malzemeyi oluşturan atomların mol veya ağırlık kesrine doğrudan bağlıdır. Ayrıca, bu sayı malzemenin ilgilenilen uyarıcı foton enerjisinde radyasyon etkileşim parametreleri arasında olan toplam elektronik tesir kesitleri ile doğrudan ilişkilidir. Bu parametre aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

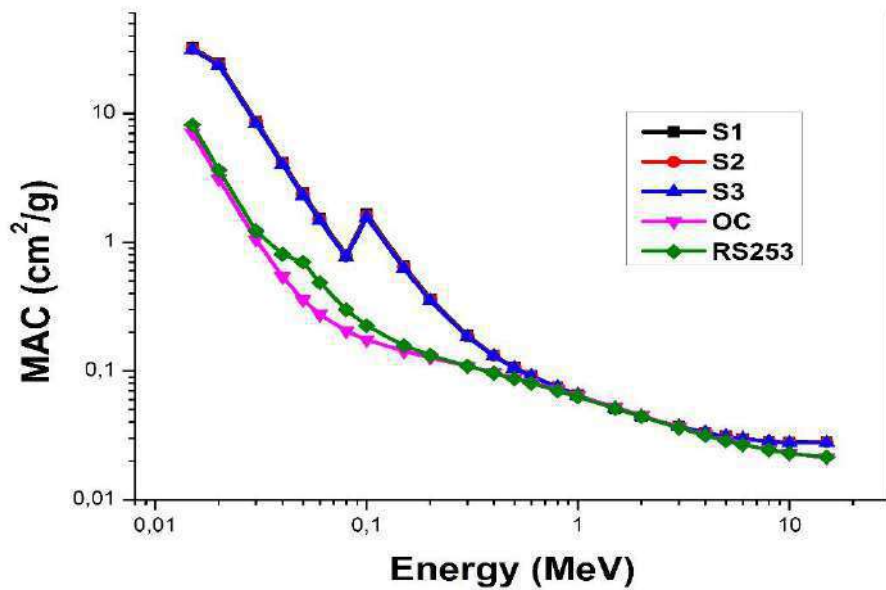
$$N_{eff} = \frac{N_A}{\sum_i f_i A_i} Z_{eff} \sum n_i = \frac{\mu_m}{\sigma_e} \quad (\text{elektron / g}) \quad (2)$$

Burada  $\sigma_e$  toplam elektronik tesir kesiti,  $\mu_m$  ; malzemenin ilgilenilen enerjideki kütle azaltma katsayısı,  $N_A$ ; avagadro sayısı,  $f_i$  ; malzemedeki i. elementin mol kesri,  $A_i$  ; malzemedeki i. elementin atomik kütlesi,  $\sum n_i$  ise malzemedeki elementlerin toplam sayısıdır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

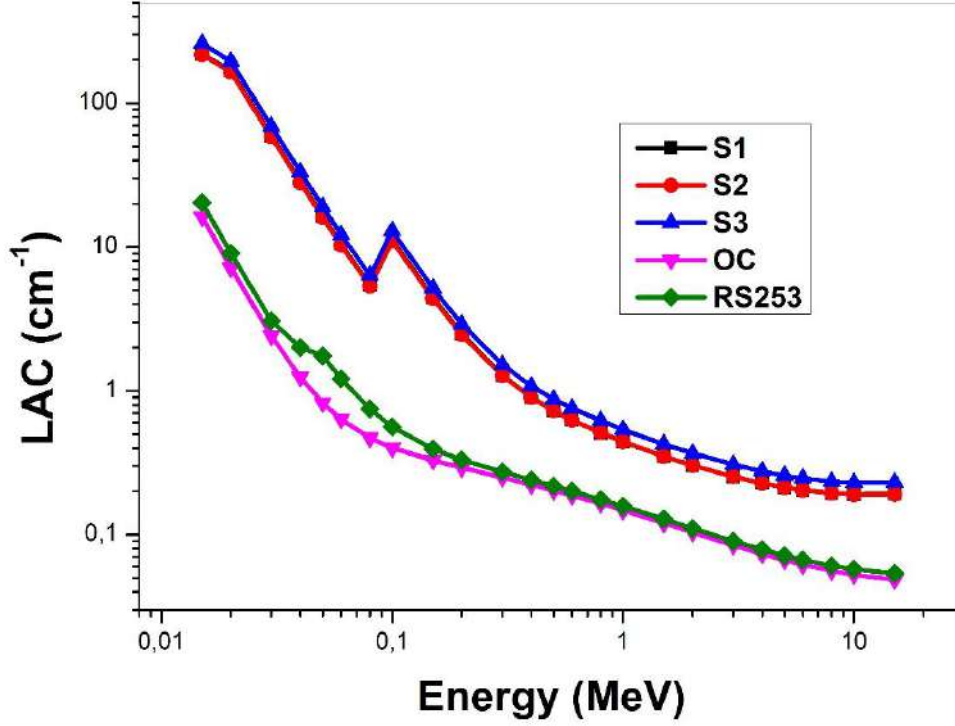
Bu çalışmada Ni-katkılı bizmut borat camların sahip olduğu üstün özelliklerinden esinlenerek uygulama alanını genişletmek amacı ile nükleer ve radyasyon uygulamalarında alternatif zırh malzemesi olarak kullanılabilme durumu üzerine odaklanılmıştır. Bu amaçla, bu camların LAC, MAC, HVL, MFP ve  $N_{eff}$  değerleri bütün zırhlama parametrelerini geniş enerji aralığında hesaplayabilen ve tarafımızca geliştirilen PSD (foton zırhlama ve dozimetri) yazılımı kullanılarak 15 keV-15 MeV enerji aralığında hesaplandı. Bu camların radyasyon zırhlama performansları hakkında tatmin edici bir değerlendirme yapabilmek için aynı parametreler nükleer ve radyasyon uygulamalarında yaygın olarak kullanılan standart beton (OC) ve RS 253 zırhlama camı için yapıldı.

İlk olarak Ni-katkılı camlar ve karşılaştırma numuneleri için MAC değerleri hesaplandı. Hesaplanan Mac değerlerine ait sonuçlar uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 1'de verilmiştir.



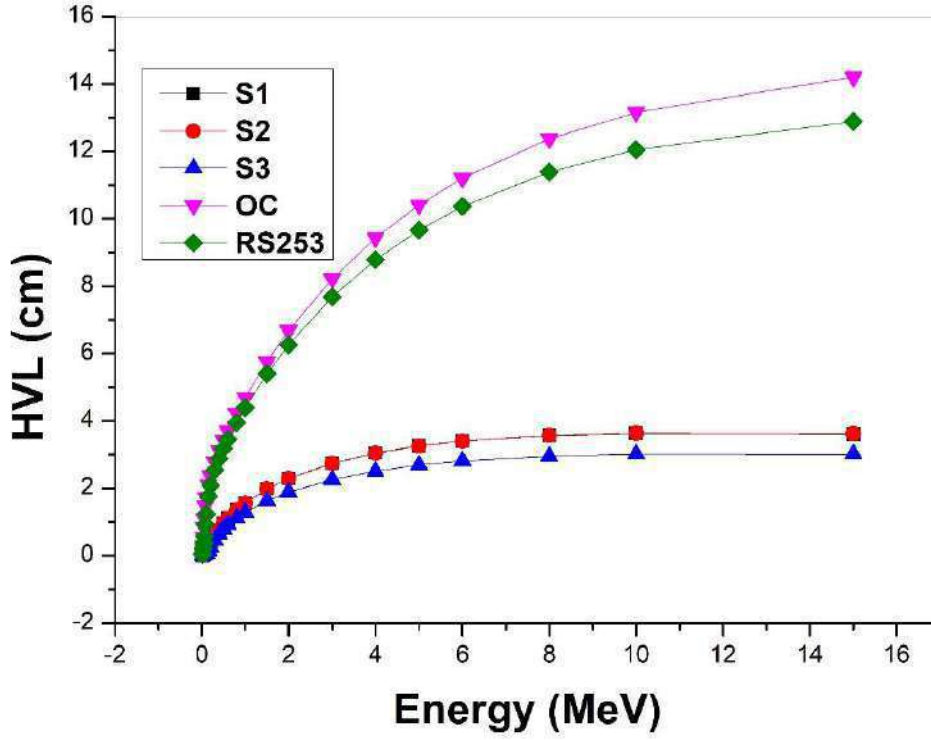
Şekil 1. Ni-katkılı bismut borat camlar (S1, S2 ve S3) ve karşılaştırma numuneleri (OC ve RS 253) için uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak kütle azaltma katsayılarının değişim eğrisi.

İkinci olarak incelenen numunelerin yoğunluk değerleri ve hesaplanan MAC değerleri kullanılarak elde edilen LAC değerleri uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 2’de verilmiştir.

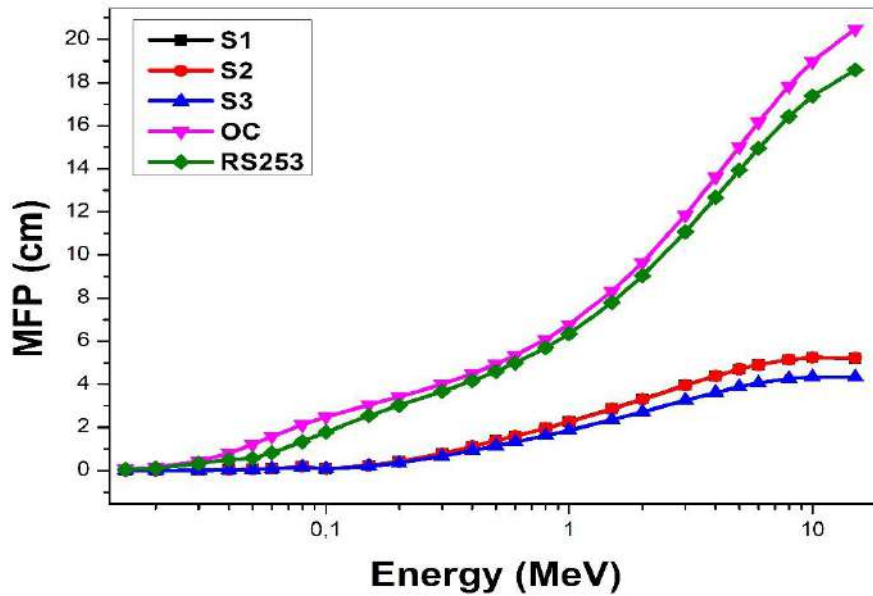


Şekil 2. Ni-katkılı bismut borat camlar (S1, S2 ve S3) ve karşılaştırma numuneleri (OC ve RS 253) için uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak lineer azaltma katsayılarının değişim eğrisi.

Şekil 1 ve Şekil 2 incelendiğinde, Ni-katkılı bizmut borat camların LAC ve MAC değerleri karşılaştırma numuneleri olan OC ve RS 253’ün değerlerinden oldukça yüksektir. Bu durum bu enerji aralığında incelenen Ni-katkılı camların foton absorpsiyonunun diğer karşılaştırma numunelerine göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Bu durumu daha iyi anlayabilmek için, fotonların şiddetinin yarıya düşürülmesi için gerekli malzeme kalınlığını veren HVL değerleri ve fotonların başarılı iki etkileşim arasında aldığı ortalama yolu gösteren MFP değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak HVL için Şekil 3’de ve MFP için Şekil 4’de verilmiştir.



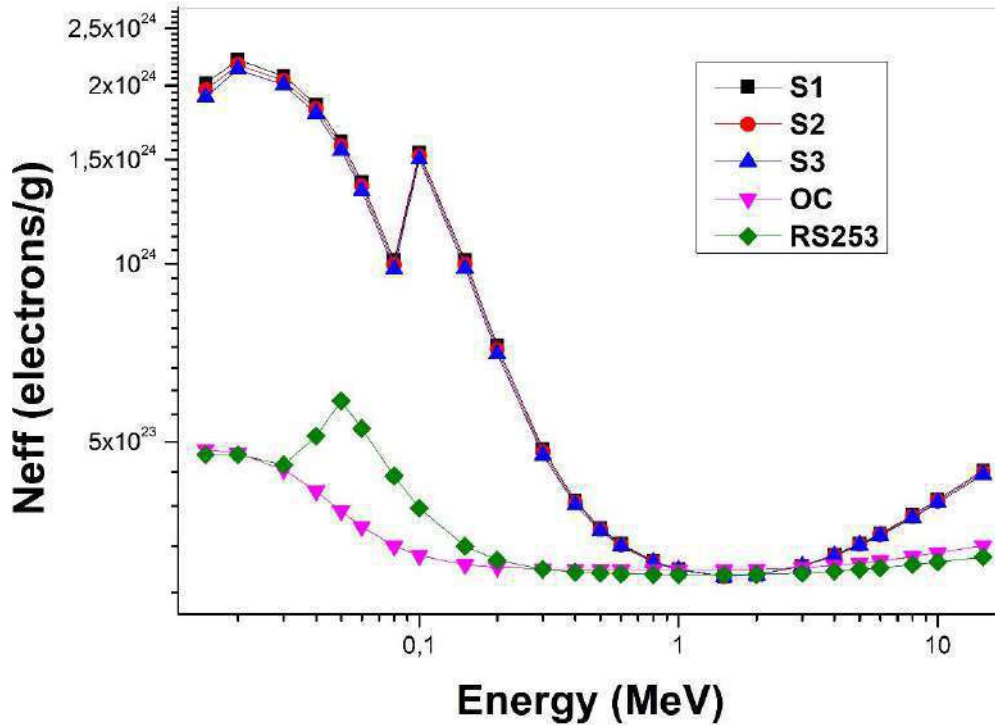
Şekil 3. Ni-katkılı bismut borat camlar (S1, S2 ve S3) ve karşılaştırma numuneleri (OC ve RS 253) için uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak yarı-değer kalınlıklarının değişim eğrisi.



Şekil 4. Ni-katkılı bismut borat camlar (S1, S2 ve S3) ve karşılaştırma numuneleri (OC ve RS 253) için uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak ortalama serbest yollarının değişim eğrisi.

Bilindiği üzere bir malzemenin etkileştiği foton şiddetini yarıya düşüren malzeme kalınlığı HVL ve fotonların ardışık iki etkileşim süreci arasında aldığı ortalama serbest yol (MFP) değerleri ne kadar küçük ise o malzemenin foton zırlama etkisi o kadar yüksektir. Bu sebeple, incelenen Ni-katkılı camların foton zırlama etkisinin nükleer uygulamalarda yaygın olarak kullanılan OC ve RS 253 malzemelerinden oldukça düşük olması sebebiyle bu malzemelerin daha iyi radyasyon zırhlayıcı performansa sahip olduğu açıkça söylenebilir.

Bu parametrelerin yanı sıra bir malzemeyi belli bir enerji değerinde bir dizi malzeme içerisinde karakterize eden ve hem uyarıcı foton enerjisine hem de malzemenin kimyasal kompozisyonuna bağlı olan  $N_{eff}$  değerleri de Ni-katkılı bizmut borat camlar için araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar yine uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak karşılaştırmalı bir şekilde grafiksel olarak Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Ni-katkılı bismut borat camlar (S1, S2 ve S3) ve karşılaştırma numuneleri (OC ve RS 253) için uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak  $N_{eff}$  değerlerinin değişim eğrisi.

Şekil 5 incelendiğinde, yine incelenen Ni-katkılı camların  $N_{eff}$  değerlerinin birbirlerine benzer olduğu ancak OC ve RS 253 malzemelerinden oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum incelenen Ni-katkılı camların düşük enerji bölgesinde çok iyi bir şekilde fotonları absorbladığını ve bu enerji bölgesinde malzeme iletkenliğinin diğer enerji bölgesine göre oldukça iyi olduğu sonucu açıkça çıkarılabilmektedir. Yüksek enerji bölgesinde ise yine karşılaştırma numunelerinden daha büyük  $N_{eff}$  değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada, Ni-katkılı bizmut borat camların uygulama alanlarını genişletmek için radyasyon zırlama özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda lineer azaltma katsayısı (LAC), kütle azaltma katsayısı (MAC), yarı-değer kalınlığı (HVL), ortalama serbest yol (MFP) ve etkin elektron yoğunluğu ( $N_{eff}$ ) değerleri 15 keV-15 MeV geniş enerji aralığında hesaplanmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar nükleer uygulamalarda zırh malzemesi olarak kullanılan standart beton (OC) ve RS 253 camının karşılık gelen sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme neticesinde üstün özelliklere sahip olan ve birçok teknolojik uygulamada kullanılan Ni-katkılı bizmut borat camların radyasyon zırlama kapasitelerinin OC ve RS 253'den oldukça iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bu gözlem sonucunda, incelenen Ni-katkılı camların radyasyon fiziği, nükleer fizik, radyoterapi, nükleer reaktörler, radyasyon görüntüleme gibi birçok teknolojik alanda alternatif radyasyon zırh malzemesi olarak kullanılabilmesi ön görülmüştür. Bu çalışma neticesinde, incelenen Ni-katkılı bu camların teknolojik uygulama alanının genişletildiği düşünülerek elde edilen sonuçların bundan sonraki çalışmalara ışık tutacağı söylenebilir.

#### KAYNAKLAR

- [1] I. Akkurt, Effective atomic and electron numbers of some steels at different energies, *Ann Nucl Energy*, 36 (2009) 1702-1705.
- [2] M. Buyukyildiz, Determination of the effective atomic numbers of  $FexCu_{1-x}$  binary ferrous alloys using a nondestructive technique: Rayleigh-to-Compton scattering ratio, *Turk J Phys*, 40 (2016) 278-286.
- [3] D. Demir, A. Tursucu, Measurement of the effective atomic number of  $FexCr_{1-x}$  and  $FexNi_x$  alloys using scattering of gamma rays, *Journal of Alloys and Compounds*, 581 (2013) 213-216.
- [4] A.H. El-Kateb, R.A.M. Rizk, A.M. Abdul-Kader, Determination of atomic cross-sections and effective atomic numbers for some alloys, *Ann Nucl Energy*, 27 (2000) 1333-1343.
- [5] I. Han, M. Aygun, L. Demir, Y. Sahin, Determination of effective atomic numbers for 3d transition metal alloys with a new semi-empirical approach, *Ann Nucl Energy*, 39 (2012) 56-61.
- [6] I. Han, L. Demir, Studies on effective atomic numbers, electron densities from mass attenuation coefficients in  $TixCo_{1-x}$  and  $CoxCu_{1-x}$  alloys, *Nucl Instrum Meth B*, 267 (2009) 3505-3510.
- [7] I. Han, L. Demir, Studies on effective atomic numbers, electron densities and mass attenuation coefficients in Au alloys, *Journal of X-Ray Science and Technology*, 18 (2010) 39-46.
- [8] O. Icelli, S. Erzeneoglu, I.H. Karahan, G. Cankaya, Effective atomic numbers for  $CoCuNi$  alloys using transmission experiments, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 91 (2005) 485-491.
- [9] J. Kaewkhao, J. Laopaiboon, W. Chewpraditkul, Determination of effective atomic numbers and effective electron densities for  $Cu/Zn$  alloy, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 109 (2008) 1260-1265.
- [10] S. Seven, I.H. Karahan, O.F. Bakkaloglu, The measurement of total mass attenuation coefficients of  $CoCuNi$  alloys, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 83 (2003) 237-242.



- [11] V.P. Singh, N.M. Badiger, Study of mass attenuation coefficients, effective atomic numbers and electron densities of carbon steel and stainless steels, *Radioprotection*, 48 (2013) 431-443.
- [12] V.P. Singh, N.M. Badiger, Gamma ray and neutron shielding properties of some alloy materials, *Ann Nucl Energy*, 64 (2014) 301-310.
- [13] D. Yilmaz, Y. Sahin, L. Demir, Studies on mass attenuation coefficient, mass energy absorption coefficient, and kerma for Fe alloys at photon energies of 17.44 to 51.70 keV, *Turk J Phys*, 39 (2015) 81-90.
- [14] A.E. Abdo, W.A. Kansouh, R.M. Megahid, Investigation of radiation attenuation properties for baryte concrete, *Japanese Journal of Applied Physics Part 1-Regular Papers Short Notes & Review Papers*, 41 (2002) 7512-7517.
- [15] I. Akkurt, H. Akyildirim, Radiation transmission of concrete including pumice for 662, 1173 and 1332 keV gamma rays, *Nuclear Engineering and Design*, 252 (2012) 163-166.
- [16] I. Akkurt, R. Altindag, K. Gunoglu, H. Sarikaya, Photon attenuation coefficients of concrete including marble aggregates, *Ann Nucl Energy*, 43 (2012) 56-60.
- [17] L. Singh, V. Thakur, R. Punia, R.S. Kundu, A. Singh, Structural and optical properties of barium titanate modified bismuth borate glasses, *Solid State Sci.* 37 (2014) 64-71.
- [18] M. Farouk, A. Samir, F. Metawe, M. Elokr, Optical absorption and structural studies of bismuth borate glasses containing  $\text{Er}^{3+}$  ions, *J. Non-Cryst. Solids* 371-372 (2013) 14-21.
- [19] C. Stehle, C. Vira, D. Hogan, S. Feller, M. Affatigato, Optical and physical properties of bismuth borate glasses related to structure, *Phys. Chem. Glasses*, 1-13.
- [20] R.S. Kundu, S. Dhankhar, R. Punia, K. Nanda, N. Kishore, Bismuth modified physical, structural and optical properties of mid-IR transparent zinc boro-tellurite glasses, *J. Alloys Compd.* 587 (2014) 66-73.
- [21] A. Thulasiramudu, S. Buddhudu, Optical characterization of  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  and  $\text{Co}^{2+}$  ions doped zinc lead borate glasses, *J. Quant. Spectr. Radiat. Transfer.* 102 (2006) 212-227.
- [22] B. Hemalatha Rudramadevi, S. Buddhudu, Spectral properties of  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  and  $\text{Cr}^{3+}$  ions doped  $\text{B}_2\text{O}_3$ -BaO-LiF glasses, *Ferroelectr. Lett.* 36 (2009) 82-91.
- [23] V. Naresh, S. Buddhudu, Studies on optical, dielectric and magnetic properties of  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  and  $\text{Co}^{2+}$  ions doped LFBCd glasses, *Ferroelectrics.* 437 (2012) 110-125.
- [24] S. Thakur, V. Thakur, A. Kaur, L. Singh, Structural, optical and thermal properties of nickel doped bismuth borate glasses, *J. Non-Cryst. Solids.* 512 (2019) 60-71.

## THE EFFECT OF GO AND AU-RGO İNTERFACİAL LAYERS ON AU/p-Sİ RECTİFYİNG CONTACT PARAMETERS AT ROOM TEMPERATURE

Dr. Öğ. Üyesi Ahmet TAŞER<sup>1</sup>, Prof. Dr. Mustafa SAĞLAM<sup>2</sup>,  
Doç. Dr. Betül GÜZELDİR<sup>2</sup>, Prof. Dr. Duygu EKİNCİ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Patnos Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve  
Teknikler Bölümü, Optisyenlik Programı

<sup>2</sup>Erzurum Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü

<sup>3</sup>Erzurum Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü

### ABSTRACT

p-Si semiconductor wafer was used as base material in the fabrication of rectifier contacts. Firstly, to one side of the chemically cleaned p-Si semiconductor wafer, ohmic contact was made with Al metal. Then the p-Si semiconductor with Al ohmic contact was divided into three parts. On the polished and cleaned surface of one of these parts, Au/p-Si/Al reference rectifier contact was obtained by evaporating Au metal in the vacuum environment. Graphene oxide (GO) and reduced graphene oxide with Au nanoparticles (Au-RGO) thin films used as interfacial layer were grown on each of the other two p-Si semiconductor parts by the spin coating method, respectively. Finally, Au metal on the GO and Au-RGO thin films was evaporated in vacuum environment and thus the Au/GO/p-Si/Al and Au/Au-RGO/p-Si/Al structures were obtained. The area of circular Au contacts was  $7,85 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ . The current-voltage ( $I$ - $V$ ) measurements of the fabricated Au/p-Si/Al, Au/GO/p-Si/Al and Au/Au-RGO/p-Si/Al structures were performed at room temperature and the characteristic parameters such as ideality factor ( $n$ ), barrier height ( $\Phi_b$ ) and series resistance ( $R_s$ ) were examined by means of thermionic emission, Norde and Cheung methods.

**Keywords :** *rectifier contacts, graphene oxide, reduced graphene oxide, thermionic emission, Norde, Cheung*

### 1. INTRODUCTION

The semiconductors that form the basis of many devices such as Diodes, transistors, solar cells etc. have an important place in the electronics industry. Among the devices made of semiconductors are rectifier contacts consisting of metal semiconductor joints obtained by evaporating metal to the semiconductor surface. These joints have gained importance in recent years due to their successful use in optical and electronic devices.

In many applications, rectifier contacts are preferred because of their low series resistance, depending on the change of voltage applied at high frequencies high performance of their responses, their stable structures. Additionally they are also preferred because they can be produced in the required characteristics and have high power capacity and low noise level.

The rectifier contacts have a barrier between metal and semiconductor and the characteristics of the device can be controlled by the barrier height. Sometimes an interface layer, such as metal oxides, insulators or polymer, can therefore be placed between the metal and the semiconductor. Thus, a good controlled device can be obtained and used for some applications. Various interfacial layers have been studied by many researchers for over thirty years and have therefore contributed to the fact that rectifier contacts have good properties (Koçyiğit *et al.* 2018).

Graphene is a very popular material and has been studied by researchers to find new technological applications because it has very good electrical, optical and mechanical properties. In particular, the oxide form of graphene, called graphene oxide (GO), has controllable band gap, high permeability and manageable conductivity close to insulators. Because of these properties of GO, some researchers have used it as an interface surface in metal-semiconductor heterojunctions (Kang *et al.* 2013).

The aim of this study, the rectifier contact structures of Au / p-Si / Al, Au / GO / p-Si / Al and Au / Au-RGO / p-Si / Al investigate characteristic parameters such as ideality factor, barrier height and series resistance with different methods at room temperature.

## 2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

In order to clean the chemical oils and impurities on the p-Si semiconductor used in this study, washing was carried out for 10 minutes in acetone and methanol, respectively. After this stage, rinsed with deionized water p-Si semiconductor, known as organic RCA1: (H<sub>2</sub>O: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: NH<sub>3</sub>; 6:1:1) was subjected to a treatment to stand for 10 minutes at 60 °C in the chemical cleaning process. The p-Si semiconductor, which was held for 30 seconds in dilute HF: (H<sub>2</sub>O: HF; 10:1) after the RCA1 procedure and than second cleaning procedure was called RCA2: (H<sub>2</sub>O: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: HCl; 6:1:1) and was processed a treatment known as metallic cleaning. The samples were kept at 60 °C for 10 minutes at RCA2.

After the RCA2 treatment, the p-Si semiconductor was washed thoroughly with deionized water for 30 seconds in diluted HF and then passed through a deionized water for 15-20 min. Finally, the chemical cleaning process was completed by drying with pure nitrogen gas.

Cleaned p-Si semiconductor ohmic contact process in the first stage was carried out by evaporating Al metal directly to one surface at  $5 \times 10^{-7}$  torr pressure and in the second stage the p-Si semiconductor was annealed at  $580^{\circ}\text{C}$  for 3 minutes in pure nitrogen gas flow. Thus, our p-Si/Al-ohmic contact was obtained, this semiconductor was divided into 3 equal parts. Before the rectifier contact metallization process, the surfaces of each of the three parts to be contacted with the rectifier were subjected to chemical cleaning for 30 s HF: (H<sub>2</sub>O: HF; 10: 1).

Then, the Au/p-Si/Al reference rectifier contact was obtained by thermally evaporating Au metal to the first part with the help of a mask with circular contact area  $7,85 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$  at  $5 \times 10^{-7}$  torr pressure.

Rectifier contact surface of the other two parts were magnified with the spin coating method, thin films of the graphene oxide (GO) and Au nanoparticulate reduced graphene oxide (Au-RGO), respectively. Thermally evaporated Au metal by a mask with circular contact area  $7,85 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$  at  $5 \times 10^{-7}$  torr pressure on these surfaces were performed. Thus, Au/GO/p-Si/Al and Au/Au-RGO/p-Si/Al rectifier contact structures were obtained.

The I-V measurements of these three rectifier contact structures at room temperature were taken with “KEITLEY 2400 Picoammeter/ Voltage Source” device and the basic diode parameters (ideality factor, barrier height and series resistance) were calculated.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

In this section, the characteristic parameters and the curves obtained from the I-V measurements taken at room temperature of the contact structures of Au/p-Si/Al, Au/GO/p-Si/Al and Au/Au-RGO/p-Si/Al rectifier structures are given.

The current transmission in a metal semiconductor rectifier contact can be accomplished by various mechanisms such as thermionic emission, diffusion and quantum mechanical tunneling through majority carriers. In this study, firstly the characteristic parameters of

rectifier contact structures are calculated by using thermionic emission model. Ideality factor can be calculated using the following relationship (Taşer *et al.* 2017).

$$n = \frac{e}{kT} \left( \frac{dV}{d(\ln I)} \right) \quad (3.1)$$

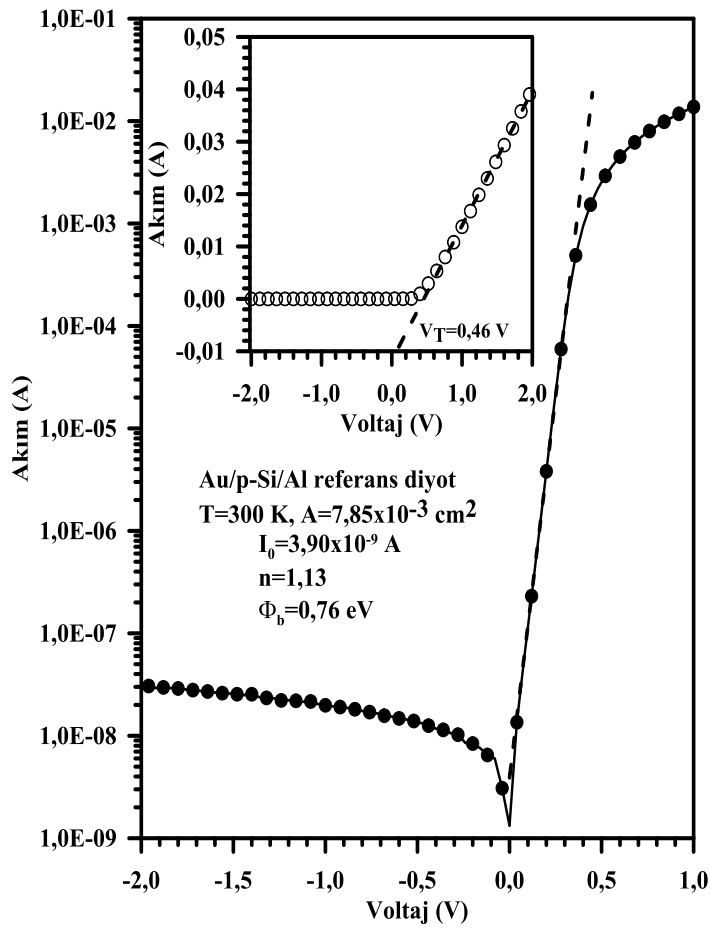
$dV/d(\ln I)$ , the slope of the fit taken to the linear region of the forward bias  $\ln(I)$ - $V$  graph,  $e$  electron charge,  $k$  Boltzmann constant and temperature value  $T$   $^{\circ}\text{K}$ . The point where the fit line is cut by the vertical axis at  $V = 0$  gives the saturation current density ( $I_0$ ). Saturation current density is given as follows (Rhoderick 1988).

$$I_0 = AA^*T^2 \exp\left(-\frac{e\Phi_b}{kT}\right) \quad (3.2)$$

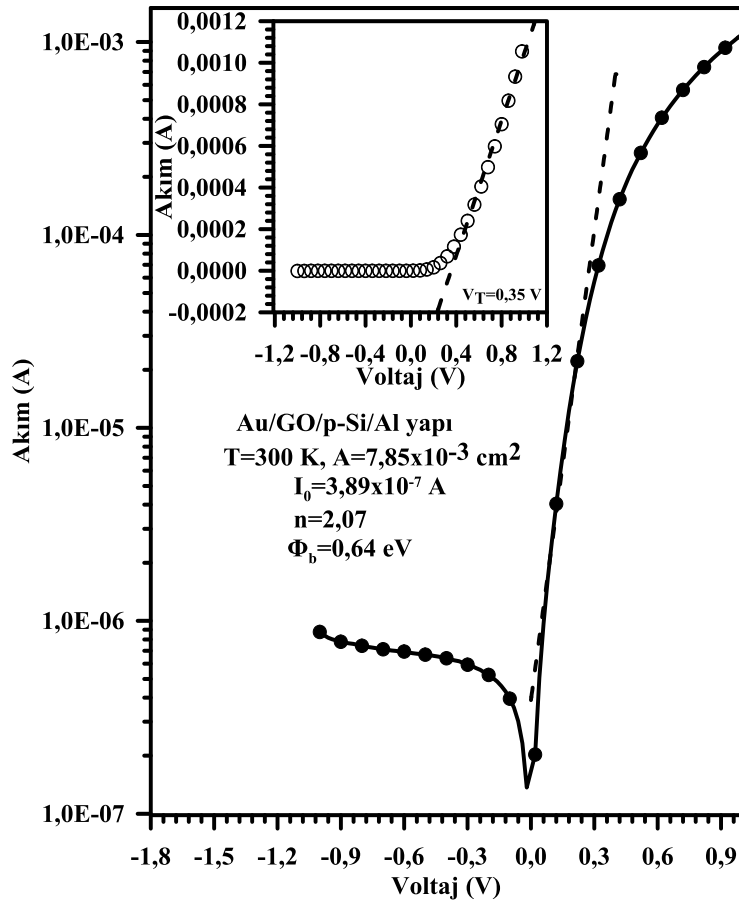
Equality 3.2 taking natural logarithms of both sides, Solved according to  $\Phi_b$ , The barrier height of the rectifier contacts can be achieved as follows:

$$\Phi_b = \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{AA^*T^2}{I_0}\right) \quad (3.3)$$

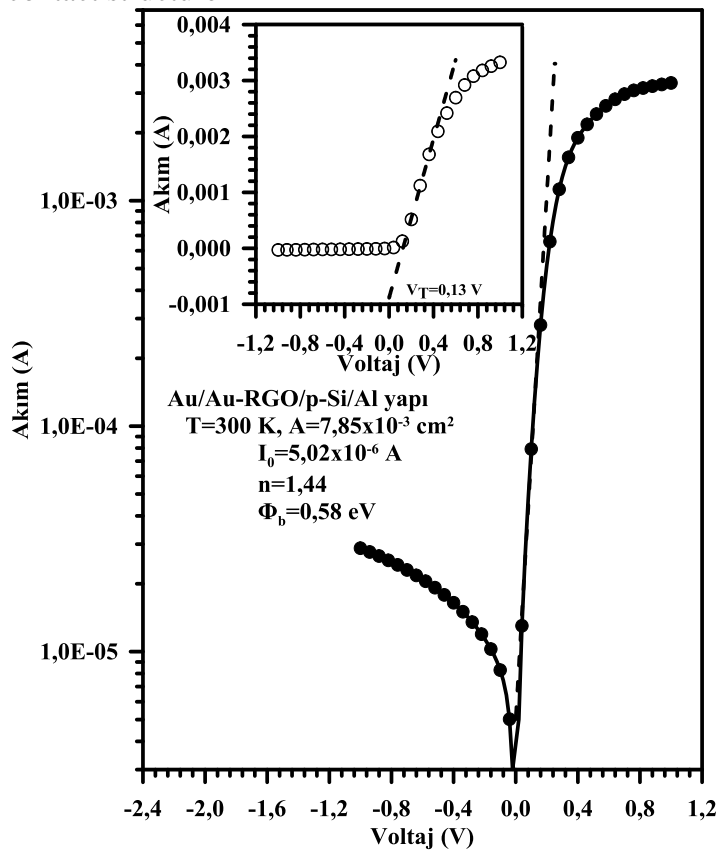
The forward and reverse bias  $I$ - $V$  and  $\ln(I)$  - $V$  plots of Au/p-Si/Al, Au/GO/p-Si/Al ve Au/Au-RGO/p-Si/Al rectifier contact structures at room temperature are given in Figures 1, 2 and 3. In addition, the values of ideality factor, barrier height and saturation current density calculated from thermionic emission method are given in Table 1. Also, the opening voltages of the rectifier contacts were found to be  $V_T = 0.46$  V, 0.35 V and 0.13 V.



**Fig.1** The forward and reverse bias I-V and  $\ln(I) - V$  graphs of Au/p-Si/Al rectifier contact structure



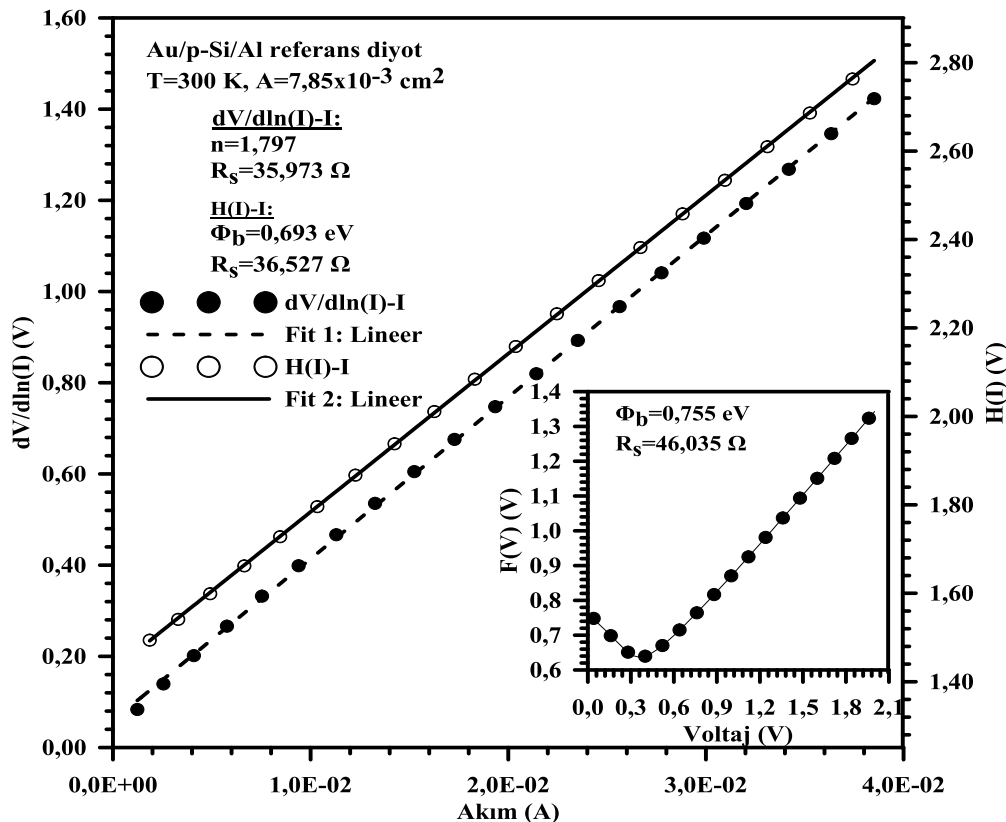
**Fig.2** The forward and reverse bias I-V and  $\ln(I) - V$  graphs of Au/GO/p-Si/Al rectifier contact structure



**Fig.3** The forward and reverse bias I-V and  $\ln(I) - V$  graphs of Au/Au-RGO/p-Si/Al rectifier contact structure

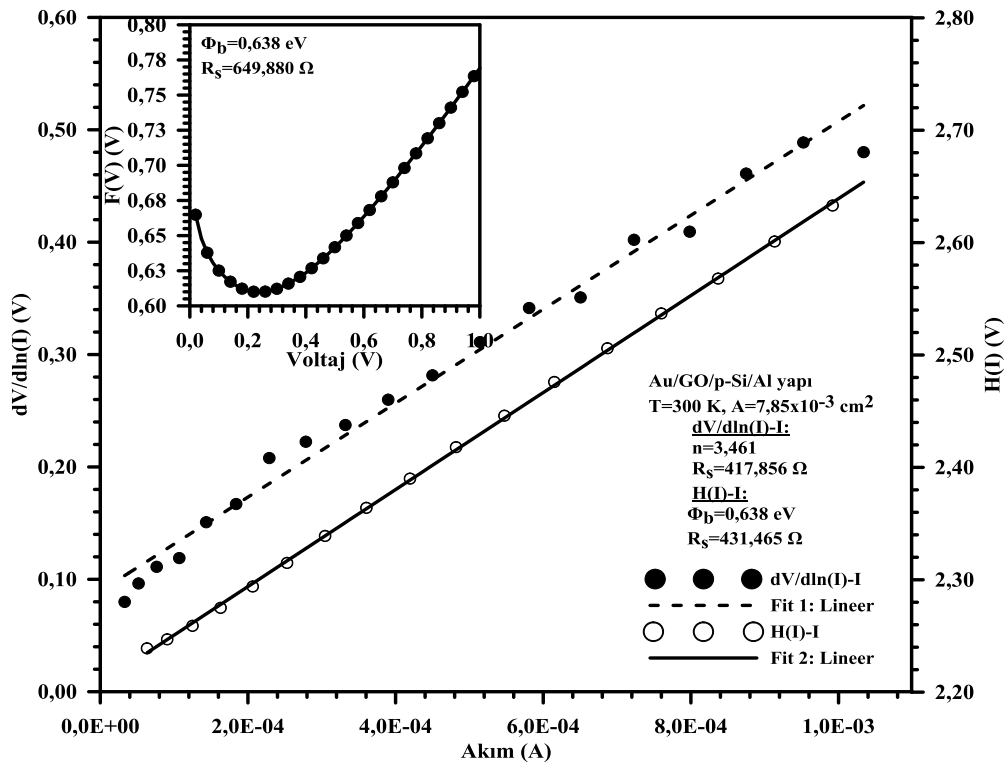
The series resistance is an important parameter in the examination of rectifier contact characteristics. In this study, the resistance values of the rectifier contacts were investigated by using Norde and Cheung methods. Norde method,  $n = 1$  for the ideal diode status the series resistance and barrier height of the contact parameters are aimed to obtain an original  $F(V)$  function. The minimum point of the function is used to obtain these parameters. In this method, series resistance and barrier height values can be calculated with the help of  $I-V$  curve. Barrier height and series resistance values calculated from the Norde method of the contact structures of Au / p-Si / Al, Au / GO / p-Si / Al and Au / Au-RGO / p-Si / Al rectifier structures are given in Table 1.

Another method used to calculate the series resistance values in rectifier contacts is the Cheung method. In this method, ideality factor, barrier height and series resistance parameters were calculated by using  $I-V$  curves of rectifier contacts. Au/p-Si/Al, Au/GO/p-Si/Al ve Au/Au-RGO/p-Si/Al rectifier contact structures at room temperature, obtained from Norde and Cheung methods  $F(V)-V$ ,  $dV/d(\ln I)$  ve  $H(I)-I$  graphs are given in Figures 4, 5 and 6. In addition, contact parameters calculated from Norde and Cheung methods are given in Table 1.

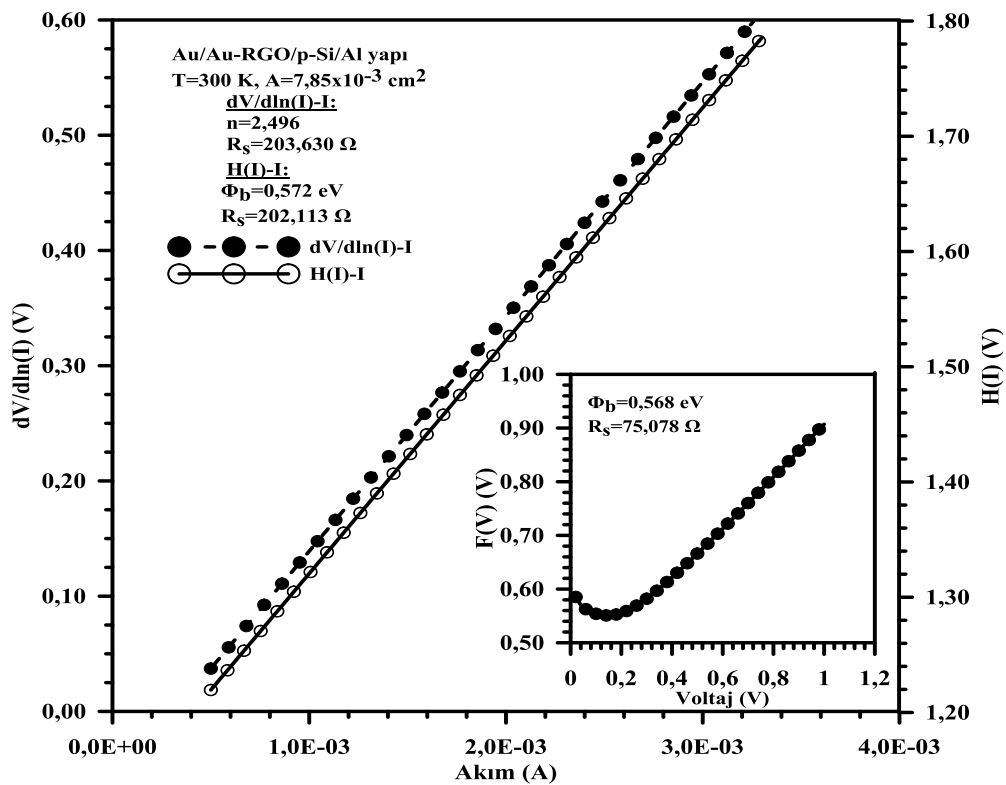


**Fig.4**  $F(V)-V$ ,  $dV/d(\ln I)$  and  $H(I)-I$  graphs obtained from Norde and Cheung methods of Au/p-Si/Al rectifier contact structure





**Fig.5** F(V)-V, dV/d(lnI) and H(I)-I graphs obtained from Norde and Cheung methods of Au/GO/p-Si/Al rectifier contact structure



**Fig.6** F(V)-V, dV/d(lnI) and H(I)-I graphs obtained from Norde and Cheung methods of Au/Au-RGO/p-Si/Al rectifier contact structure

**Table.1** The contact parameters of Au / p-Si / Al, Au / GO / p-Si / Al and Au / Au-RGO / p-Si / Al contact structures calculated by Thermionic emission, Norde and Cheung methods

Method		T=300 K	Au/p-Si/Al	Au/GO/p-Si/Al	Au/Au-RGO/p-Si/Al
<b>Thermionic Emission</b>		ideality factor (n)	1,13	2,07	1,44
		Barrier height (eV)	0,76	0,64	0,58
		Saturation Current Density (A)	$3,90 \times 10^{-9}$	$3,89 \times 10^{-7}$	$5,02 \times 10^{-6}$
<b>Norde</b>		Barrier height (eV)	0,755	0,638	0,568
		Series Resistance ( $\Omega$ )	46,035	649,880	75,078
<b>Cheung</b>	<b>dV/d(lnI)-I</b>	Ideality Factor (n)	1,797	3,461	2,496
		Series Resistance ( $\Omega$ )	35,973	417,856	203,630
	<b>H(I)-I</b>	Barrier height (eV)	0,693	0,638	0,572
		Series Resistance ( $\Omega$ )	36,526	431,465	202,113

## CONCLUSIONS

In this study, the rectifier contact characteristics at room temperature of Au/p-Si/Al junction, Au/GO/p-Si/Al and Au/Au-RGO/p-Si/Al junctions formed by GO and Au-RGO interfacial layers, using the Thermionic emission, Norde and Cheung methods, contact parameters such as ideality factor, barrier height and series resistance were examined. The results are given in Table.1. It has been observed that the use of GO and Au-RGO thin films as the interfacial layer significantly alter the rectifier contact parameters.

## KAYNAKLAR

- Kang S.-H., Fang T.-H., Hong Z.-H., 2013. Electrical and mechanical properties of graphene oxide on flexible substrate, *J. Phys. Chem. Solid.* 74, 1783-1793.
- Kocyigit A., Karteri İ., Orak İ., Uruş S., Çaylar M., 2018. The structural and electrical characterization of Al/GO-SiO<sub>2</sub>/p-Si photodiode. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures* 103 452-458
- Mahato S., Puigdollers J. 2018. Temperature dependent current-voltage characteristics of Au/n-Si Schottky barrier diodes and the effect of transition metal oxides as an interface layer. *Physica B: Physics of Condensed Matter*, 530, 327-335.
- Park J.Y., Lee H., Renzas J.R., Zhang Y., Somorjai G.A., 2008. Probing hot electron flow generated on Pt nanoparticles with Au/TiO<sub>2</sub> Schottky diodes during catalytic CO oxidation, *Nano Lett.* 8, 2388-2392.
- Rhoderick, E. H., Williams, R. H. 1988. *Metal-Semiconductor Contacts*, 2nd edn.(Clarendon, Oxford), 1-225.
- Sze, S. M., 1981. *Physics of Semiconductor Devices* 2nd Edn. John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Taşer A., Güzeldir B., Sağlam M. 2017. The stability of electrical characteristics of Ti/n-Si/Ag, Ti/n-Si/Cu and Ti/nSi/AgCu diodes prepared under the same conditions with respect to increasing aging time. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 68, 186–192

ABDOMİNAL CERRAHİDE KULLANILMAK ÜZERE MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI VE  
KARAKTERİZE EDİLMESİ

Meryem Akkurt<sup>a</sup>, Nelisa Türkoğlu<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, 34349 İstanbul, Türkiye

Corresponding author: NelisaTürkoğlu Laçın,

**Özet**

Karın içi yapışıklıklar periton hasarına karşı inflamatuvar bir yanıttır. Peritoneal yapışma genellikle abdominal, pelvik ve vasküler cerrahiye içeren çeşitli uygulamalarda görülmektedir. Yapışma peritoneal tabakanın bir inflamatuvar yanıtıdır ve fibröz bantlar şeklinde görülmektedir. Bağırsak tıkanıklığı, karın ağrısı ve infertilite dahil olmak üzere kronik komplikasyonların ortaya çıkmasına neden olabilir. Peritoneal yapışmada profilaktik bir yaklaşım yoktur, cerrahi tedavi öne çıkmaktadır. Araştırmalar yapışmayı engellemeye odaklanmıştır ve iki yol üzerinde ilerlemektedir. İlk olarak, mekanik bariyerlerin yerleştirilmesi, ikinci yol yeni immünomodülasyon ajanların geliştirilmesidir.

Bu çalışmada esas amacımız olan peritoneal yapışmayı engellemek için, PHBHHx, PHBHHx-parafin mum blend membranlar hazırlanmış ve karakterize edilmiştir. PHBHHx bakteriyel bir poliesterdir ve polihidroksialkanoat ailesine üyedir. PHBHHx biyoyumlu bir polimerdir. Polihidroksialkanoat ailesine üye PHB ve polihidroksi butirat-ko-valerata göre kristalite değeri daha düşüktür ve membran olma eğilimi yüksektir. Parafin mum ile iyi homojenize olmuş bir membran hücre ve protein yapışması zayıf olacaktır ve peritoneal fibrillerin oluşumunu engeleyecektir.

Karakterizasyon çalışmalarında elde edilen malzemenin şişme profili, degradasyon profili değerlendirilmiştir. Membranların şişme profilleri değerlendirildiğinde herhangi bir kütle artışı meydana gelmediği görülmüştür. Ayrıca biyodegradasyon deneyleri sonucunda da yapılarında herhangi bir bozulma ve ağırlıklarında azalma meydana gelmemiştir. Bununla birlikte malzemenin morfolojik özellikleri ve yüzey karakterizasyonu belirlenmiştir. Membranların yüzey karakterizasyonu Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile yapılmıştır. Yüzeylerinin yapışmayı engelleyici yapıda olduğu tespit edilmiştir ve homojen yapıda oldukları görülmüştür. Herhangi bir por yapısına rastlanmamıştır. Dayanıklılık testleri membranların esnek yapıda olduğunu göstermiştir. Membranların yüzey alanı BET yüzey alanı cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar PHBHHx membranının yüzey alanının 38.790 m<sup>2</sup>/g; PHBHHx/Parafin wax membranının yüzey alanının 81.108 m<sup>2</sup>/g olduğunu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar hidrofobik membranların su tutmayan yapıda olduğunu doğrular niteliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomalzeme, Biyoyumlu, Peritoneal Yapışma, PHBHHx

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF MEMBRANES FOR USE IN ABDOMINAL  
SURGERY

Meryem Akkurt<sup>a</sup>, Nelisa Türkoğlu<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Department of Molecular Biology and Genetics, Yıldız Technical University, 34349 Istanbul, Turkey  
Corresponding author: NelisaTürkoğlu Laçın,

**Abstract**

Abdominal adhesions are an inflammatory response to peritoneal injury. Peritoneal adhesion is usually seen in a variety of applications including abdominal, pelvic and vascular surgery. Adhesion is an inflammatory response of the peritoneal layer and is seen as fibrous bands. It may cause chronic complications including intestinal obstruction, abdominal pain and infertility. There is no prophylactic approach to peritoneal adhesion and surgical treatment is prominent. Research is focused on preventing adhesion and is moving on two paths. First, the introduction of mechanical barriers, the second way is the development of new immunomodulatory agents.

In this study, PHBHHx, PHBHHx-paraffin wax blend membranes were prepared and characterized to prevent peritoneal adhesion, which is our main goal. PHBHHx is a bacterial polyester and a member of the polyhydroxyalkanoate family. PHBHHx is a biocompatible polymer. According to PHB and polyhydroxy butyrate-co-valere members of the polyhydroxyalkanoate family, the crystallite value is lower and the tendency to be membrane is high. A well-homogenized membrane cell and protein adhesion with paraffin wax will be poor and will prevent the formation of peritoneal fibrils.

The swelling profile and the degradation profile of the material obtained in the characterization studies were evaluated. When the swelling profiles of the membranes were evaluated, there was no increase in mass. In addition, as a result of biodegradation experiments, no deterioration in their structure and a decrease in their weight have not occurred. However, the morphological characteristics and surface characterization of the material were determined. Surface characterization of membranes was done by Scanning Electron Microscope (SEM). It has been found that the surfaces have a structure that prevents the adhesion and they have a homogeneous structure. No pore structure was found. Endurance tests showed that the membranes were flexible. The surface area of the membranes was determined using the BET surface area device. Results The surface area of the PHBHHx membrane was 38.790 m<sup>2</sup>/g; The surface area of the PHBHHx / paraffin wax membrane was found to be 81.108 m<sup>2</sup>/g. These results confirm that hydrophobic membranes are water-repellent.

**Keywords:** Biomaterial, Biocompatible, Peritoneal Adhesion, PHBHHx

## DROSOPHILA MELANOGASTER'de ABİETİK ASİT'İN BİO-TOKSİK ETKİLERİ

Yük. Lis. Öğr. Hatice ÇELİK<sup>1</sup>, Prof. Dr. Handan UYSAL<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

### ÖZET

Çok eski devirlerden beri bitkiler diğer canlılar için hem tedavi edici hem de besin kaynağı olmuştur. Bitkilerin tedavi edici özellikleri içerdikleri terpenlerin bio-etkilerinden kaynaklanmaktadır. Terpenler, farklı sayılarda izopren birimlerinden (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub> oluşan sekonder metabolitlerdir. Dört izopren biriminden oluşan abietik asit (ABA) bir diterpendir ve kozalaklı ağaçların reçinelerinde bulunmaktadır. Bu terpen, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden dolayı ilaç ve kozmetik alanında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak ABA'nın canlı sistemler üzerinde, doz-süre etkileşimine bağlı olarak bio-etkileri hakkındaki bilgiler yetersizdir. Bu nedenle sunulan bu çalışmada, ABA'nın toksik ve genotoksik etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Deneylerimizde *Drosophila melanogaster* Oregon R model organizma olarak seçilmiştir. ABA'nın toksik etkileri *in vivo* ömür uzunluğu testi ile, genotoksik etkisi de somatik mutasyon ve rekombinasyon testi (SMART) ile belirlenmiştir. Ömür uzunluğunun belirlenmesi için ergin ♀ ve ♂ bireyler farklı dozlarda ABA içeren (25,50,100,200ppm) besiyerinde kronik olarak beslenmiştir. DMSO negatif kontrol grubunda ortalama ömür uzunluğu ♀♀'de 49,07±1,92 gün iken ♂♂'de 51,01±2,12 gün olarak bulunmuştur. Bu değerler en düşük ve en yüksek ABA uygulama gruplarında (25-200ppm) dişilerde sırasıyla 33,45±1,34 ve 26,96±0,94 gündür. Erkeklerde de 29,00±1,76 ve 23,21±0,92 gün olarak bulunmuştur. Kontrol ve uygulama gruplarına ait sonuçlar birbiriyle karşılaştırıldığı zaman hem dişi hem de erkek popülasyonunda ortalama ömür uzunluğunun doz-süre etkileşimine bağlı olarak gerilediği görülmektedir (P<0,05). SMART sonucundan elde edilen verilere göre de tüm ABA uygulama gruplarında (50-400ppm) klon indüksiyon frekansı artmıştır. Bu sonuçlar da ABA'nın somatik mutasyonları uyardığını göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *D. melanogaster*, abietik asit, ömür uzunluğu, somatik mutasyon

### ABSTRACT

Since ancient times, plants have been both therapeutic and food sources for other living things. The therapeutic properties of the plants are due to the bio-effects of the terpenes they contain. Terpenes are secondary metabolites consisting of different numbers of isoprene units (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub>. Abietic acid (ABA), consisting of four isoprene units, is a diterpene and is found in the resins of conifers. Due to its antimicrobial and antioxidant properties, this terpene is frequently used in medicine and cosmetics. However, there is insufficient information about the bio-effects of ABA on live systems due to dose-time interaction. Therefore, in this study, we investigated whether ABA is toxic and genotoxic or not. In our experiments, *Drosophila melanogaster* Oregon R was chosen as model organism. Toxic effects of ABA with longevity test, genotoxic effect was also determined by somatic mutation and recombination test (SMART). To determine the life span, mature ♀ and ♂ individuals were chronically fed on

medium containing different doses of ABA (25,50,100,200ppm). In the DMSO negative control group, the mean life span was  $49.07 \pm 1.92$  days in females and  $51.01 \pm 2.12$  days in males. These values were  $33.45 \pm 1.34$  and  $26.96 \pm 0.94$  days for females in the lowest and highest ABA application groups (25-200ppm). In males, it was found to be  $29.00 \pm 1.76$  and  $23.21 \pm 0.92$  days. When the results of the control and application groups were compared with each other, it was observed that the average life span decreased in both the male and female population due to the dose-time interaction ( $P < 0.05$ ). According to the data obtained from the SMART, the induction frequency of clones was increased in all ABA application groups (50-400ppm). These results indicate that ABA stimulates somatic mutations.

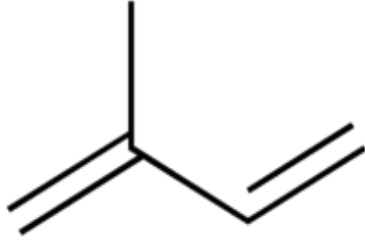
**Keywords:** *D. melanogaster*, *abietic acid*, *longevity*, *somatic mutation*

## 1. GİRİŞ

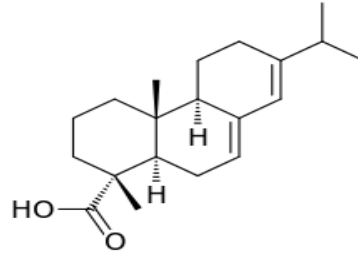
Bitkiler, gerek insanlığın gerek diğer canlıların varoluşuyla birlikte hayatın vazgeçilmez temel besin kaynaklarından birisi olmuştur. Ayrıca tarihin çok eski devirlerinden beri çeşitli hastalıklara karşı tedavi edici olarak da kullanılmaktadırlar. Üstelik ilaç sanayisindeki hızlı gelişmelere rağmen sentetik ürünlerden uzaklaşmak isteyen toplumlar “doğaya dönüş” sloganıyla doğal beslenme ve doğal ürünlerle tedaviyi tercih etmektedirler (Aslan 2005). Son yıllarda tıbbi bitkilerdeki etken maddelerin farklı sektörlerde kullanılması da bu tip bitkilerin önemini kuvvetlendirmektedir (Kırbağ ve Bağcı 2000). Çeşitli bitkilerde bulunan ve onların yaşamsal işlevleri ile birincil derecede ilişkili olmayan sekonder metabolitler de etken maddeler olarak gıda, ilaç ve kozmetik gibi farklı endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Sekonder metabolitlerin antimutajenik aktiviteleri ile kanserin de dahil olduğu bir çok hastalığın tedavisinde ve önlenmesinde potansiyel kullanım alanına sahip olduğu Erdoğan (2012) tarafından bildirilmiştir. Sekonder metabolitlerin en yaygın ve en geniş grubunu oluşturan terpenler (Ceylan 1987) farklı sayıda izopren birimleri taşırlar (Şekil 1) ve içerdikleri izopren sayısına göre monoterpen, diterpen, triterpen vs. şeklinde sınıflandırılırlar. Yağ, reçine, mum, kauçuk gibi doğal ürünlerin ana bileşeni olan terpenler, özellikle çam (*Pinus*), köknar/göknar (*Abies*), ardıç (*Juniperus*) ve ladin (*Picea*) gibi iğne yapraklı ağaçlardan salgılanırlar (Başer vd., 2005). Günümüzde bu bileşenler, oldukça farklı bitkilerden ve onların ana etken maddelerinden elde edilip hem ekonomik hem de bilimsel yönden değerlendirilmektedir. Farag vd., (1989)’ne göre hayvan ve insanlarda hastalıklara direnç ve immun yeterlilik, antioksidatif mekanizma ile ilişkilendirilmektedir ve sardunya (*Pelargonium sp.*), limon nanesi (*Monarda citriodora*), misk cevizi (*Myristica fragrans*), yabani mercan köşk (*Origanum vulgare ssp.*) ve kekik (*Thymus vulgaris*) gibi çok farklı bitkilerinden elde edilen terpenlerin bu özellikleri Dorman vd., (2004) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca farmakolojik yönden de incelenerek aromaterapi ve fitoterapi alanında yine terpenlerden faydalanılmaktadır (Kırbağ ve Bağcı 2000).

Ancak daha önce yapılan çalışmalarda terpenlerin mutajenik ve genotoksik etkilerinin olduğuna dair bilgiler de bulunmaktadır ( Bhardwaj vd., 2001; Wang vd., 2003; Clark 2009; Moon vd., 2011). Kozalaklı ağaçların reçinelerinde yaygın olarak bulunan ve dört izopren biriminden oluşan ( $C_{20}H_{30}O_2$ ) abietik asit (ABA) bir çeşit diterpendir (Şekil 2). Kozmetik sektöründe, vernik ve cila yapımında kullanılan ABA’nın canlılar üzerindeki toksik ve genotoksik etkileri hakkında az sayıda çalışma mevcuttur. Bu nedenle sunulan bu çalışmada,

ABA'nın doz-süre etkileşimine bağlı olarak toksik ve genotoksik etkilerinin olup olmadığı model organizmalardan birisi olan *Drosophila melanogaster*'in yabancıl ve mutant türleri üzerinde *in vivo* olarak araştırılmıştır.



Şekil 1. İzopren yapısı



Şekil 2. Abietik asitin kimyasal yapısı

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Halk arasında meyve sineği olarak bilinen ve genetik denemelerde sıklıkla model organizma olarak kullanılan *Drosophila melanogaster* Oregon R, Diptera takımına ait yabancıl bir soydur (Uysal vd., 2006). Bu soy Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Genetik Araştırma Laboratuvarı'nda uzun yıllardan beri kendileştirilmiş genetik olarak homozigot, hiçbir mutant karakter taşımayan, laboratuvar stoğudur. Sunulan bu çalışmada yabancıl erkek ve dişiler ömür uzunluğunu belirlemek için, *multiple wing hair (mwh)* ve *flare (flr<sup>3</sup>)* mutant soyları da genotoksisite çalışmalarında kullanılmıştır. *mwh* geni, fenotipte hücre başına bir kanat trikomu (kılı) yerine çoklu kanat trikomlarını oluştururken, *flr<sup>3</sup>* geni sineklerin kanatlarındaki trikomların amorf şekil almasına neden olan resesif bir gendir (Graf vd., 1998).

*In vivo* ömür uzunluğu testi için, *D. melanogaster*'in aynı yaşlı 100 erkek ve 100 dişi bireyi ayrı ayrı olmak üzere 25, 50, 100, 200 ppm ABA uygulaması için kullanılmıştır. Kontrol ve uygulama gruplarına ait tüm kültür şişeleri, 25°C ve % 40- 60 bağıl neme sahip ısıtmalı-soğutmali sıcaklık kabinlerine alınmış ve tüm yaşayabilen bireyler haftada iki kez başlangıç konsantrasyonlarına dikkat edilerek taze besi yerine aktarılmıştır. Birey sayıları her aktarımda kontrol edilerek ölen bireyler ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Kontrol ve uygulama gruplarında sayım ve besiyeri değişimine son birey ölünceye kadar devam edilmiş ve çalışmalar üç kez tekrar edilmiştir. Ömür uzunluğu çalışmalarından elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için SPSS 13.0 programı kullanılmıştır. Kontrol ve uygulama gruplarına ait ömür uzunluğu ortalama değerleri %5 düzeyinde Tukey ve Duncan testleri ile korelasyon analizi yapılarak karşılaştırılmıştır.

Genotoksik etkinin belirlenmesi için de somatik mutasyon ve rekombinasyon testi (SMART) kullanılmıştır. ♀♀ *flr<sup>3</sup>* X ♂♂ *mwh* sinekleri ile yapılan çaprazlamadan elde edilen 2.evre trans-heterozigot larvalar, farklı konsantrasyonlarda (50,100, 200, 400 ppm) ABA içeren besiyerine konulmuştur. Pozitif kontrol için ise 1mM EMS kullanılmıştır. Tüm kontrol ve uygulama gruplarından elde edilen ergin bireylerin kanat preparatları hazırlanarak ışık mikroskobu altında (400X) incelenmiştir. SMART sonuçlarının istatistiksel analizi, Frei ve Würzler (1988)'in çoklu karar prosedürüne göre yapılmıştır.



### 3. BULGULAR

#### 3.1. *In vivo* ömür uzunluğu testinden elde edilen bulgular

Çalışmanın ilk bölümünde *D. melanogaster*'in ♀ ve ♂ popülasyonlarına ABA'nın farklı konsantrasyonları kronik olarak uygulanmış (25, 50, 100, 200 ppm) ve bu terpenin ömür uzunluğu üzerine olası etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla önce distile su kontrol (1) ve ABA'nın çözücüsü olan DMSO kontrol (2) grupları için ömür uzunlukları belirlenmiştir. 1 ve 2 numaraları kontrol gruplarının maksimum ömür uzunlukları ♀♀'de sırasıyla 77 ve 73 gün; ♂♂'de ise 76 ve 73 gün olarak bulunmuştur. Bu değerler, ABA uygulama gruplarında (25, 50, 100, 200 ppm) ♀♀'de sırasıyla 66, 60, 56 ve 49 güne, ♂♂'de ise 56, 53, 49, ve 46 güne kadar gerilemiştir (Tablo 1). Hem ♀ hem de ♂ popülasyonunda maksimum ömür uzunluğu bakımından artan konsantrasyona bağlı olarak gözlenen gerileme istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Elde edilen veriler ile bu çalışmanın bir diğer parametresi olan ortalama ömür uzunlukları da belirlenmiştir. Ortalama ömür uzunluğuna ait değerler distile su ve DMSO kontrol grupları için ♀♀'de sırasıyla  $49,39 \pm 1,96$  ve  $49,07 \pm 1,92$  gün; ♂♂'de  $51,37 \pm 2,16$  ve  $51,01 \pm 2,12$  gün olarak gözlenmiştir. Bu değerler uygulama gruplarında en düşük konsantrasyon olan 25 ppm ABA uygulamasında ise ♀♀'de  $33,45 \pm 1,34$  günden en yüksek uygulama grubu olan 200 ppm ABA uygulamasında  $26,96 \pm 0,94$  güne, ♂♂'de de  $29,00 \pm 1,76$  günden  $23,21 \pm 0,92$  güne gerilemiştir (Tablo 1). Kontrol ve uygulama grupları arasında hem ♀ hem ♂ popülasyonlarındaki ortalama ömür uzunlukları bakımından gözlenen fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0,05$ ). Aynı zamanda artan ABA konsantrasyonuna bağlı olarak negatif korelasyon değeri de hesaplanmış ve bu değer ♀ popülasyonunda  $R = -0,521$ , ♂ popülasyonunda ise  $R = -0,563$  olarak bulunmuştur.

**Tablo 1.** ABA uygulanmış *D.melanogaster*'in ♀ ve ♂ popülasyonlarında maksimum ve ortalama ömür uzunluğunun karşılaştırılması

ABIETİK ASİT								
Deney grupları ve grup numarası	♀♀				♂♂			
	Birey sayısı	Maksimum ömür uzunluğu	Ortalama ömür uzunluğu±SH	Önem kontrolü*	Birey sayısı	Maksimum ömür uzunluğu	Ortalama ömür uzunluğu±SH	Önem kontrolü*
Kontrol (1)	100	77	$49,39 \pm 1,96$	1-3,4,5,6* 2-3,4,5,6* 3-5,6*	100	76	$51,37 \pm 2,16$	1-3,4,5,6* 2-3,4,5,6*
DMSO (2)	100	73	$49,07 \pm 1,92$		100	73	$51,01 \pm 2,12$	
25 ppm (3)	100	66	$33,45 \pm 1,34$		100	56	$29,00 \pm 1,76$	
50 ppm (4)	100	60	$29,24 \pm 0,97$		100	53	$27,82 \pm 0,99$	
100 ppm (5)	100	56	$24,63 \pm 1,34$		100	49	$25,60 \pm 0,94$	
200 ppm (6)	100	49	$26,96 \pm 0,94$		100	46	$23,21 \pm 0,92$	
Regresyon Düzeyi	R=-0,521				R=-0,563			

### 3.2. Somatik mutasyon ve rekombinasyon testinden elde edilen bulgular

Çalışmanın ikinci bölümünde ABA'nın *D. melanogaster* üzerinde genotoksik etki gösterip göstermediği araştırılmıştır. Küçük tek tip (KTT) ve büyük tek tip (BTT), ikiz,  $\Sigma mwh$  ve  $\Sigma$  klon tipleri için gözlenen değerler distile su ve DMSO negatif kontrol gruplarında istatistiki olarak negatif (-) ya da önemsiz (i), EMS pozitif kontrol grubunda ise mutant klonlardaki sayıca artış nedeniyle pozitif (+) etkili bulunmuştur (Tablo 2). Negatif ve pozitif kontrol gruplarına ait sonuçlar istatistiki olarak karşılaştırıldığında aralarındaki fark  $p < 0,05$  düzeyinde anlamlıdır.

Genotoksik etkinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmada ABA'nın en düşük uygulama gruplarından olan 50 ve 100 ppm'de KTT, BTT, ikiz,  $\Sigma mwh$  ve  $\Sigma$  klon tipleri için elde edilen değerler önemsiz (i) ya da negatif (-) iken, 200 ppm'de yalnızca  $\Sigma$  klon da pozitif sonuç gözlenmiştir. 400 ppm ABA uygulamasında ise BTT ve ikiz klon tipleri için önemsiz (i) bulunan değerler KTT,  $\Sigma mwh$  ve  $\Sigma$  klon tipleri için pozitif (+) sonuç vermiştir. Normal kanat fenotipine ait klon indüksiyon frekansı ise negatif kontrol gruplarında 0,56 ve 0,66 iken tüm uygulama gruplarında konsantrasyon artışına bağlı olarak 1,38'e kadar artış göstermiştir (Tablo 2). Serrat kanat fenotipinde de tüm uygulama gruplarında ve özellikle en yüksek uygulama grupları olan 200 ve 400 ppm'de KTT, BTT,  $\Sigma mwh$  ve  $\Sigma$  klon tipleri için kontrol gruplarına göre artış gözlenmiştir. Ancak bu artış önemsiz (i) bulunmuştur. Hem normal kanat hem de serrat kanat için mutant klon sayısındaki artış toksik etkiyi gösterirken genotoksik etki yalnızca pozitif (+) değerlerin olduğu uygulama grupları için kabul edilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** ABA uygulaması sonucunda SMART ile elde edilen bulgular

Kontrol ve uygulama grupları (ppm)	Kanat sayısı	KTT klon (m = 2)			BTT klon (m = 5)			İkiz klon (m = 5)			$\Sigma mwh$ klon (m = 2)			$\Sigma$ klon (m = 2)			Klon indüksiyon frekansı (KİF)
		No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	
<b>(mwh/ft<sup>3</sup>) Normal kanat</b>																	
Distile su	80	11	(0,13)		0	(0,00)		0	(0,00)		11	(0,13)		11	(0,13)		0,56
DMSO	80	11	(0,13)	i	2	(0,02)	i	0	(0,00)	-	13	(0,16)	i	13	(0,16)	i	0,66
EMS	150	48	(0,32)	+	16	(0,10)	+	11	(0,07)	+	64	(0,42)	+	75	(0,5)	+	2,00
50 ppm	80	13	(0,16)	i	2	(0,02)	i	0	(0,00)	-	15	(0,18)	i	15	(0,18)	i	0,76
100 ppm	80	17	(0,21)	i	5	(0,06)	i	0	(0,03)	-	22	(0,27)	i	22	(0,27)	i	1,12
200 ppm	80	18	(0,22)	i	4	(0,05)	i	3	(0,03)	i	22	(0,27)	i	25	(0,31)	+	1,28
400 ppm	80	22	(0,27)	+	4	(0,05)	i	1	(0,01)	i	26	(0,32)	+	27	(0,33)	+	1,38
<b>(mwh/TM3) Serrat kanat</b>																	
Distile su	80	7	(0,1)		0	(0,00)					7	(0,1)		8	(0,1)		0,40
DMSO	80	8	(0,1)	i	1	(0,01)	i	Dengeleyici TM3			9	(0,11)	i	9	(0,11)	i	0,46
EMS	160	35	(0,21)	+	14	(0,08)	+	kromozomu			49	(0,36)	+	49	(0,30)	+	1,25
50 ppm	80	5	(0,06)	-	0	(0,00)	i	varlığında ft <sup>3</sup>			5	(0,06)	-	5	(0,06)	-	0,25
100 ppm	80	9	(0,11)	i	2	(0,02)	i	mutasyonu			11	(0,13)	i	11	(0,13)	i	0,56
200 ppm	80	10	(0,12)	i	3	(0,03)	i	gözlenmez.			13	(0,16)	i	13	(0,16)	i	0,66
400 ppm	80	12	(0,15)	i	3	(0,03)	i				15	(0,18)	i	15	(0,18)	i	0,76

KTT: küçük tek tip, BTT: büyük tek tip, No: klondaki mutasyon sayısı, Fr: mutasyon frekansı, +: pozitif, -: negatif, i: önemsiz, m: tesir faktörü.

#### 4. TARTIŞMA

Bitkiler kendilerine has bio-aktivitelerini içermiş oldukları farklı etken maddelere göre ya anti-etkileşimler ya da toksik, genotoksik ve mutajenik olarak gösterirler. Çeşitli bitkilerden sentezlenen sekonder metabolitlerin en geniş sınıfı olan terpenlerin de bu tip bio-aktivitelere sahip olduğu bilinmektedir (Dorman vd., 2004; Clark 2009; Moon vd., 2011; Erdoğan, 2012). Bu metabolitlerden birisi olan ABA diterpeni hem ticari olarak kozmetik, ilaç, kağıt, cila, vernik yapımı gibi farklı sektörlerde (Hammer vd., 1999) hem de hangi bio-aktivitelere sahip olduğu hakkında çeşitli bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır. Şöyle ki; Eberhard (2006)'a göre, iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen ABA, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahiptir. Fernandez vd., (2001) *Pimenta racemosavar* (yenibahar)'dan izole edilen ABA'nın farelerde ve sıçanlarda ödeme karşı güçlü anti-inflamatuar etkili olduğunu, Fallarero vd., (2013) de bakteriyel enfeksiyonlara karşı güçlü bir iyileştirici ajan olarak kullanılabileceğini gözlemişlerdir.

Ancak sunulan bu çalışmada ABA'nın doz-süre etkileşimine dayalı olarak *D.melanogaster*'de maksimum ve ortalama ömür uzunluğunu azalttığı (Tablo 1), hem erkek hem de dişilerde popülasyon düzeyinde yaşlanmaya sebep olduğu ve somatik mutasyonları uyardığı (Tablo 2) ilk kez gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre, ABA'nın artan konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak toksik ve mutajenik etkili olduğunu söyleyebiliriz. ABA gibi bir diterpen olan retinolün de hem akut hem kronik uygulanmasında yine toksik etkilere dayalı olarak *D. melanogaster*'in Oregon R yabanıl soyuna ait ♀ ve ♂ bireylerde ortalama ömür uzunluğunu kısalttığı ve bunun da popülasyon yaşlanmasına neden olduğu bildirilmiştir (Uysal ve Oruç 2018).

Daha önce yapılan benzeri bir çalışmada, dehidroabietik asit ve ABA reçine metabolitlerinin hem akut hem de kronik uygulanması sonucu artan konsantrasyona bağlı olarak (0,25-8 mg/L) *Daphnia magna* (su piresi)'da hayatta kalma süresini kısalttığı ve total vücut büyüklüğünde küçülmeye sebep olduğu gözlenmiştir (Kamaya vd.,2005). Peng and Roberts (2000)'e göre, akut uygulama ile izopimarik asit, pimarik asit gibi metabolitler de *Salmo gairdneri* (gökkuşluğu alabalığı) ve *D. magna*'da toksik etkiye dayalı olarak hayatta kalabilme oranını azaltmıştır. Bu sonuçlar bizim elde ettiğimiz sonuçlar ile uyusmaktadır. Togar vd., (2015)'ne göre, terpenler toksik etkilerini oksidatif strese dayalı olarak meydana getirmektedir. Muhtemelen bu da farklı organizmalarda maternal etkili gelişimsel genleri etkileyerek nükleer materyalde farklı mekanizmalar ile mikro mutasyonlara ve/veya kromozomal aberasyonlara sebep olarak mutajeniteye sebep olmaktadır.

#### KAYNAKLAR

- Aslan, N. 2005. Kekik Tarımı ve Kullanım Alanları, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Lisans Bitirme Tezi.
- Kırbağ, S. and Bağcı, E. 2000. *Piceae abies* (L.) Karst. ve *Picea orientalis* (L.) Link uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir araştırma. J. of Quafqaz University, 3(1), 183-1882.

- Erdoğan, E.A. 2012. Using fields of plant essential oils and potential genetic effects. Lokman Hekim Journal, 2(2), 21-24.
- Ceylan, A. 1987. Tıbbi Bitkiler 2 (Uçucu Yağ İçerenler), Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 481, 188, İzmir.
- Başer, K.H.C., Kırimer, N., Koşar, M. ve Tunalıer, Z. 2005. Farmakognozi III Uygulamaları El Kitabı, 13-15.
- Farag, R.S., Daw, Z.Y., Hewedi, F.M. and El-Baroty, G.S.A. 1989. Antimicrobial activity of some egyptian spice essential oils. J. of Food Protection, 52(9), 665-667.
- Dorman, H.J.D., Bachmayer, O., Kosar, M. and Hiltunen, R. 2004. Antioxidant properties of aqueous extracts from selected Lamiaceae species grown in Turkey. J. Agricultural Food Chemical, 52(4), 762-770.
- Wang, L., Yan, J., Fu, P., Parekh, K. and Yu, H. 2003. Photomutagenicity of cosmetic ingredient chemicals azulene and guaiazulene. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, 530, 19-26.
- Bhardwaj, R., Singh, A., Sharma, O.P., Dawra, R.K., Kurade, N.P. and Mahato, S.B. 2001. Hepatotoxicity and cholestasis in rats induced by the sesquiterpene, 9-oxo-10,11-dehydroageraphorone, isolated from *Eupatorium adenophorum*. J. of Biochemical and Molecular Toxicology, 15, 279-286.
- Clark, R.L. 2009. Embryotoxicity of the artemisinin antimalarials and potential consequences for use in women in the first trimester. Reproductive Toxicology, 28, 285-296.
- Moon, H.I., Cho, S.B., Lee, J.H., Paik, H.D. and Kim, S.K. 2011. Immunotoxicity activity of sesquiterpenoids from black galingale (*Kaempferia parviflora* Wall. Ex. Baker) against *Aedes aegypti* L. Immunopharmacology and Immunotoxicology, 33, 380-383.
- Uysal, H., Şişman, T. ve Aşkın, H. 2006. *Drosophila* Biyolojisi ve Çaprazlama Yöntemleri. Erzurum, Türkiye, Atatürk Üniversitesi Yayınları, 53 pp. ISBN:975-442-111-0.
- Graf, U., Abraham, S.K., Guzman-Rincon, J. and Würgler, F.E. 1998. Antigenotoxicity studies in *Drosophila melanogaster*. Mutation Research, 402, 203-209.
- Frei, H. and Würgler, F.E. 1988. Statistical methods to decide whether mutagenicity test data from *Drosophila* assays indicate a positive, negative or inconclusive result. Mutation Research, 203, 297-308.
- Hammer, K.A., Carson, C.F. and Riley, T.V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. J. of Applied Microbiology, 86, 985-990.
- Eberhard, B. 2006. Diterpenes, Terpenes: Flavors, Fragrances, Pharmaca, Pheromones. [doi:10.1002/9783527609949.ch4](https://doi.org/10.1002/9783527609949.ch4). ISBN 9783527609949.
- Fernandez, M.A., Tornos, M.P., Garcia, M.D., de las Heras, B., Villar, A.M. and Saenz, M.T. 2001. Anti-inflammatory activity of abietic acid a diterpene isolated from *Pimenta racemosa* var. grisea. J. of Pharmacy and Pharmacology, 53, 867-872.

- Fallarero, A., Skogman, M., Kujala, J., Rajaratnam, M., Moreira, V.M., Yli-Kauhaluoma, J. and Vuorela, P. 2013. (+)-Dehydroabietic acid, an abietane-type diterpene, inhibits *Staphylococcus aureus* biofilms *in vitro*. International J. of Molecular Sciences, 14(6), 12054-12072.
- Uysal, H. and Orunç, L. 2018. Retinol-induced aging in female and male populations of *Drosophila melanogaster* Oregon R (wild-type). International Symposium Ecology 2018, 19-23 June 2018, Kastamonu, Turkey.
- Kamaya, Y., Tokita, N. and Suzuki, K. 2005. Effects of dehydroabietic acid and abietic acid on survival, reproduction, and growth of the crustacean *Daphnia magna*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 61(1), 83-88.
- Peng, G. and Roberts, J.C. 2000. Solubility and toxicity of resin acids. Water Research, 34(10), 2779-2758.
- Togar, B., Çelik, K. and Türkez, H. 2015. *In vitro* cytotoxic, genotoxic and antioxidant/oxidant effects of guaiazulene on human lymphocytes. Brazilian Archives of Biology and Technology, 58(1), 61-67.

TÜRKİYE'DEN LOKAL ENDEMİK *SALVIA SİİRTİCA* KAHRAMAN,  
CELEP & DOĞAN ÜZERİNE MORFOLOJİK, ANATOMİK VE  
PALİNOLOJİK ÇALIŞMALAR

Dr. Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU<sup>1\*</sup>  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet FİDAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siirt Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 56100, Kezer-Siirt, Türkiye.

## ÖZET

*Salvia siirtica*, Türkiye'de çok sınırlı bir bölgede yayılış gösteren lokal endemik bir türdür. Bu çalışmada, türün makromorfolojik, mikromorfolojik, anatomik ve palinolojik özellikleri detaylı olarak çalışılmıştır. Takson çok sayıda birey üzerinden değerlendirilmiş ve türün deskripsiyonundaki eksiklikler giderilmeye çalışılmıştır. Anatomik olarak, türün gövde ve yaprak yapıları değerlendirilmiştir. Taksonun polenleri taramalı elektron mikroskobu ile çalışılmıştır. Polenler hekza kolpattır. Onların şekilleri prolat veya subprolattır. Onların boyutları polar ekseninde 37.45 ve 64.41 µm arasında iken, ekvatorial ekseninde 33.08 ve 59.46 µm arasında değişmektedir. Polen yüzey ornamentasyonu biretikulat-foveolattır. Bu çalışma sonucunda, lokal endemik *Salvia siirtica* türü çeşitli metotlarla detaylı olarak çalışılmış ve cinsin sistematığına katkı sağlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** *Salvia siirtica*, *Lamiaceae*, *Makromorfoloji*, *Mikromorfoloji*, *Polen*

## ABSTRACT

*Salvia siirtica* is a local endemic species distributed in a very limited area in Turkey. In this study, macromorphological, micromorphological, anatomical and palynological features of the species have been studied in detail. Taxon has been evaluated with a large number of individuals, and the deficiencies in description of the species have been tried to be completed. Anatomically, the stem and leaf structures of the species have evaluated. Pollen of taxa have been studied by Scanning Electron Microscope. Pollen are hexacolpate. Their forms are prolate or subprolate. Their dimensions vary between 37.45 and 64.41 µm in the polar axis, and between 33.08 and 59.46 µm in the equatorial axis. Pollen surface ornamentation is bireticulate-foveolate. As a result of this study, the local endemic *Salvia siirtica* species has been studied in detail with various methods and provided contribution for the systematic of the genus.

**Key words:** *Salvia siirtica*, *Lamiaceae*, *Macromorphology*, *Micromorpholgy*, *Pollen*.

## 1. GİRİŞ

*Salvia* L. cinsi yaklaşık 1000 türle Lamiaceae familyasının en fazla takson bulunduran cinsidir. Cins, dünya genelinde Tropikal ve ılıman bölgelerde yaygın olarak yayılış göstermektedir. *Salvia* türleri dünya genelinde sıklıkla antibakteriyal, antioksidan ve anti diyabetik amaçlarla geleneksel tıpta kullanılmaktadır (Ulubelen, 2003; Kahraman vd., 2011). Son kapsamlı revizyon çalışması Hedge (1982) tarafından Türkiye’de gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya göre Türkiye’de 86 *Salvia* türü olduğu belirtilmiştir. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarla bu sayı 98’e yükselmiştir. Son olarak, ‘Türkiye Bitkileri Listesi’ adlı eserde cins ait 33’ü endemik 105 takson kaydı verilmiştir (Guner vd., 2012). Bu sayı Türkiye’nin cinsin Asya kıtasındaki çeşitlilik merkezlerinden biri olduğunu açıkça göstermektedir (Kahraman vd., 2011).

*Salvia siirtica* Kahraman, Celep & Doğan Türkiye’nin doğusundan tek popülasyondan bilinen lokal endemik bir türdür. Bu çalışmada, türün makromorfolojik, mikromorfolojik, anatomik ve palinolojik özellikleri detaylı olarak çalışılmıştır. Türün deskripsiyonundaki eksiklikler giderilmeye çalışılmış ve cinsin sistematığına katkı sağlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada ülkemizde yayılış gösteren *Salvia siirtica* bilinen tek lokalitesi olan tip lokalitesinden toplanmıştır (Şekil 1; C8: Siirt, Aydınlar (Tillo), Çatılı (Sinep) köyü mezarlığı). Araziden alınan örnekler numaralandırılmış, preslenmiş ve herbaryum örneği olarak düzenlenerek Siirt Üniversitesi Herbaryumu (SUFAF) nda depolanmıştır. Makromorfolojik gözlemler arazide canlı materyal üzerinden ve herbaryum materyalleri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

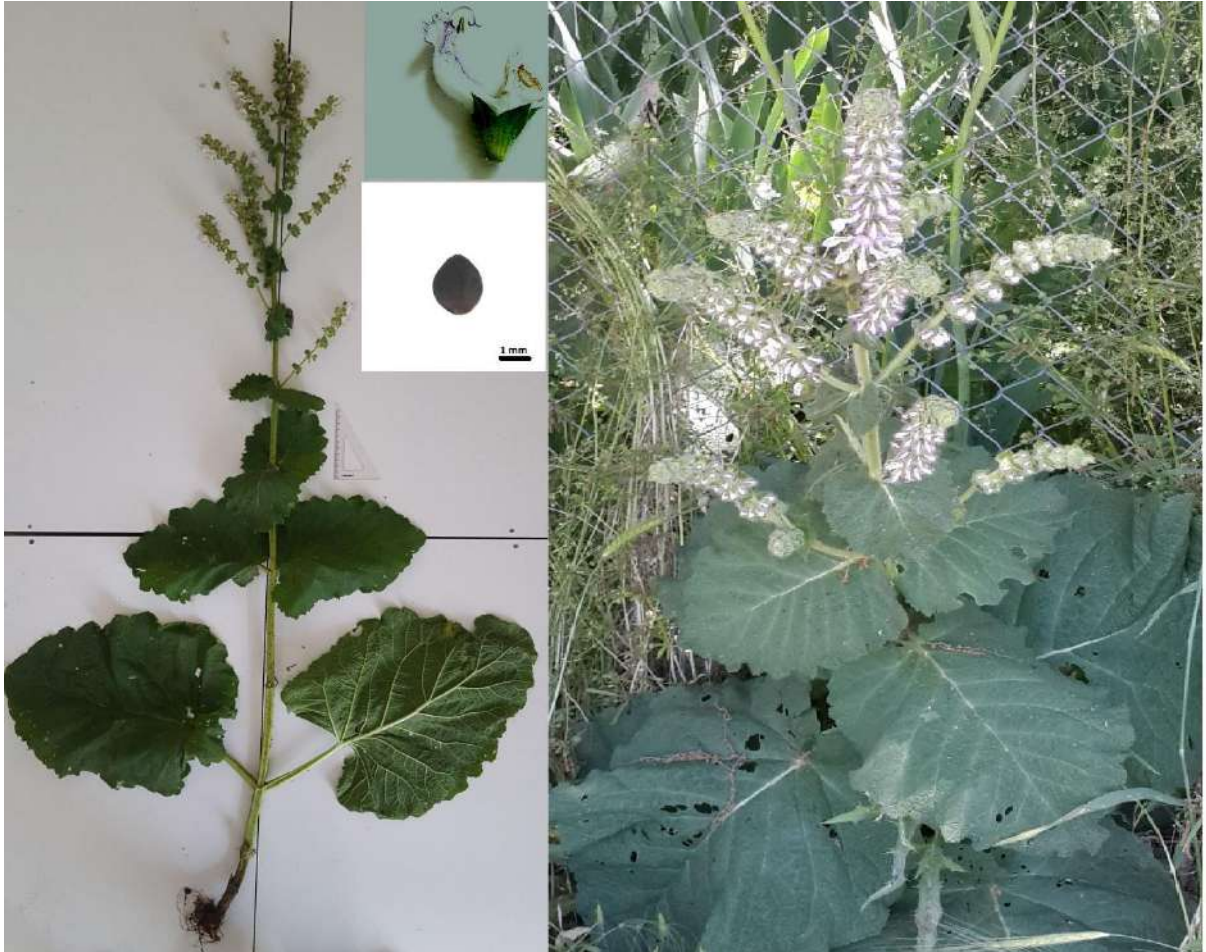
Anatomik araştırmalar için, taksona ait yaprak ve gövdeden otomatik bir mikrotom (Thermo Shonda Met Finesse) ile enine kesitler alınmıştır. Sonrasında, kesitler çeşitli alkol ve ksilen serilerinden geçirilerek hematoksilen ile doku boyama cihazında (ASC 720 Medite) boyanmış ve anatomik yapıları incelemek için Entellan ile kapatılarak daimî hale getirilmiştir (Karaismailoğlu, 2015 ve 2016). Anatomik karakterler Olympus CX21FS1 mikroskobu ile gözlenmiştir.

Polenlere ait polar ve ekvatorial eksenler, yüzey ornamentasyonları, muri ve lümen özellikleri gibi mikromorfolojik özellikler taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile çalışılmıştır. İlk olarak, polenler bir örnek tablasına gümüş agar (Agar Silver Paint) ile yapıştırılmıştır. Ardından altın ile 90 sn. kaplanmış ve son olarak JEOL Neoscope-5000 markalı SEM’ de görüntülenmiş, resimleri kaydedilmiş ve mikromorfolojik özellikler çalışılmıştır (Karaismailoğlu, 2015 ve 2016).

## 3. BULGULAR

Yapılan makromorfolojik gözlemler kapsamında türün Kahraman vd (2011)’nin yaptığı deskripsiyonun güncellenen hali aşağıda verilmiştir (Şekil 1);

Çok yıllık. Gövde; 40-180 cm boyunda, tabanda 0,4-1,2 cm kalınlığında, dik, dört köşeli, yeşil, dallanmamış veya üst kısımlarda dallanmış, yoğun pilloz ve villoz tüylerle. Yapraklar; basit, yeşil, 7-38 cm uzunluğunda, 5-28,5 cm genişliğinde, genişçe ovat, ağsı damarlı, loblar dentat dişli, kalpsi veya değil, pilloz glandular ve eglanular tüylerle, petiyol 1-14 cm uzunluğunda, yoğun pilloz ve villoz tüylerle, caulın yapraklar petiyollu veya sesil. Çiçek durumu; panikulat, yoğun pilloz ve villoz, çoğunlukla glandular tüylerle, vertisillatlar kapalı ve 6-14 çiçekli, nadiren apekte çiçeklenmiş. Brakteler; ovat-akuminat, 5-12 mm X 5-12 mm, hepsi kaliksten daha kısa. Pediseller; 2-4 mm uzunluğunda, yoğun pilloz ve villoz, glandular ve eglanular tüylerle. Kaliks; kampanulat, 5,5-11 mm uzunluğunda X 5-8 mm genişliğinde, açık bir şekilde uçta içbükey, 12-15 damarlı, yeşil, kalın tekstürlü, yoğun pilloz ve villoz tüylerle, üst lip 3-dişli, kaliks dişleri mukronat, Korolla; tamamen beyaz, 13-28 mm uzunluğunda, üst lip yoğun villoz eglanular mor tüylerle ve nadiren glandular tüylerle, tüp 5-9 mm uzunluğunda, tüysüz, üst kısımda ventriköz. Stamenler; 2, üst konnektiv 11-15 mm uzunluğunda, açık bir şekilde filamentlerden uzun, alt konnektiv 3-6 mm uzunluğunda, steril. Filamentler tüysüz, 3-4 mm uzunluğunda, anterler sarı, tüysüz 3-6 mm. Stilus; tabanda beyaz, uçta menekşe, tüysüz, 38 mm'ye kadar uzar, korolla liplerinden açıkça dışarı taşar ve uçta bifid. Nutlet; 2,5-3,5 mm uzunluğunda, 2-3 mm genişliğinde, dış hat oval-yuvarlak, köşeli, koyu kahverengi, yuvarlak ek yapılar, 0,3-0,5 mm çapında. Tohum; 2-3 mm boyunda, 1,5-2,2 mm genişliğinde, oval, siyah.

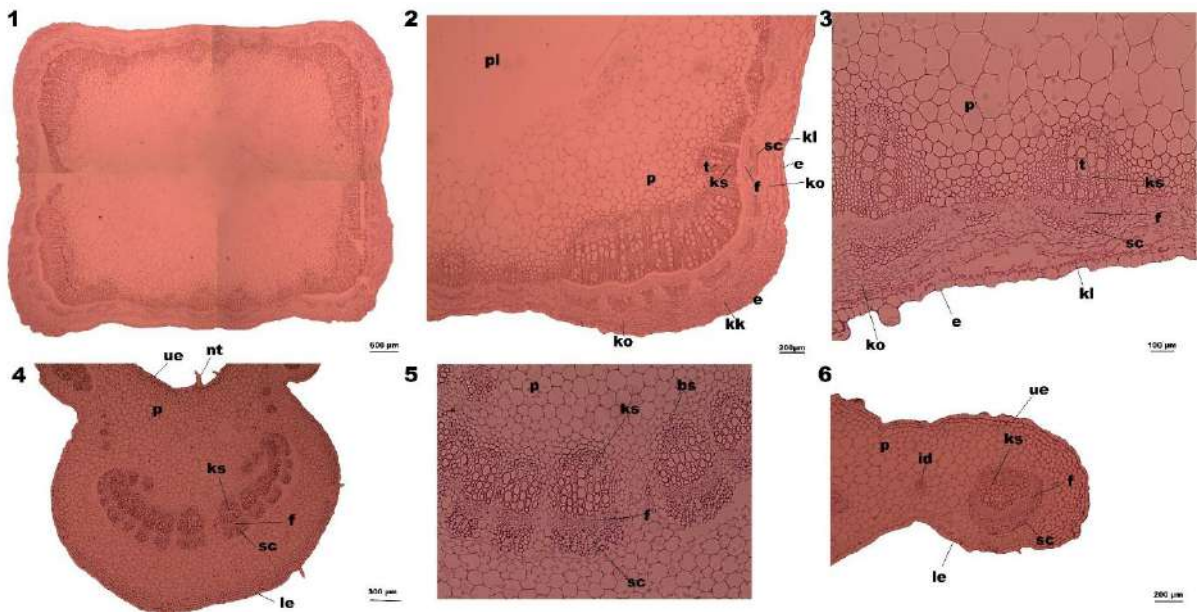


Şekil 1. *Salvia siirtica*.



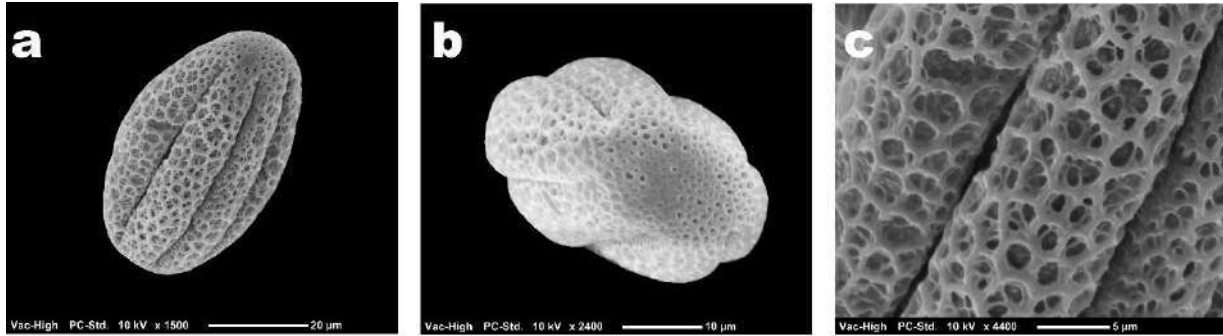
Enine kesitlerde, incelenen taksonun gövdesinin açık bir şekilde dört köşeli olduğu görülmüştür. En dışta tek sıralı yassı veya dikdörtgen şeklindeki hücrelerden oluşan 65-85 µm kalınlığında bir epidermis tabakası bulunur (Şekil 2). Epidermis tabakasının altında, 1-3 sıralı 40-70 µm kalınlığında klorenkima tabakası yer almaktadır. Sonrasında, 3-5 sıralı yassı hücrelerden oluşan 65-105 µm kalınlığında bir korteks tabakası gelmektedir. Korteksin altında belirgin bir endodermis tabakasına rastlanmamıştır. Köşelerde belirgin bir şekilde destek sağlayan köşe kollenkiması kümelenmesi görülmektedir. İletim demetleri de benzer şekilde köşelerde küme halindedir ve bunlar diğer bölgelerdeki iletim demetlerinden belirgin bir şekilde daha büyüktür. İletim demetleri oval şekildedirler ve dış yüzeylerinde sklerankima bölgeleri mevcuttur (Şekil 2). Geniş bir ksilem ve daha küçük hücre topluluğundan oluşan floemden oluşurlar ve ksilemin geniş bir kısmını trakeler oluşturur. Kambiyum belirgin değildir. En içte hegzagonal ve orbikular hücrelerden oluşan geniş bir öz bölge bulunur (Şekil 2).

Yaprak anatomik kesitlerinde en dışta ince bir kutikula tabakasına rastlanmıştır. Üst epidermis iki sıralı dikdörtgen veya yassı hücrelerden oluşmuştur ve onun kalınlığı 45-60 µm arasındadır. Alt epidermis iki sıralı yassı veya dikdörtgen şeklindeki hücrelerden oluşmuştur ve onun kalınlığı 40-60 µm arasında kaydedilmiştir. Mezofil tabakası tek tip (unifasiyal=tek yüzlü) hücrelerden oluşmuştur ve onun kalınlığı 650-750 µm arasında not edilmiştir. Yaprakların her iki yüzeyinde de örtü tüyleri görülmüştür. İletim demetleri yay şeklindedir, ortadaki büyük kenarlara doğru gidildikçe boyutları küçülmektedir (Şekil 2). Midrib oval şekildedir, geniş bir ksilem ve küçük bir floem hücreleri topluluğundan oluşmuştur. Midrib boyda 450-500 µm ile eninde 280-320 µm arasında olduğu gözlenmiştir (Şekil 2). İletim demetlerinin bir ucunda sklerankimatik bölge mevcuttur. Yaprak uçlarında yoğun olarak köşe kollenkimasına rastlanmıştır.



**Şekil 2.** Çalışılan taksonun anatomik kesitleri; gövde: 1-3, yaprak: 4-6 (pi: öz bölge, p: parenkima, t: trake, ks: ksilem, f: floem, sc: sklerankima, kl: klorenkima, ko: korteks, kk: köşe kollenkiması, e: epidermis, ue: üst epidermis, le: alt epidermis, nt: örtü tüyü, id: iletim demeti)

*Salvia siirtica*'nın polenleri hekza kolpattır. Polenlerin şekilleri prolat veya subprolattır. Onların boyutları polar ekseninde 37,45 ve 64,41 µm arasında iken, ekvatorial ekseninde 33,08 ve 59,46 µm arasında değişmektedir. Polen yüzey ornamentasyonu biretikulat-foveolattır (Şekil 3).



**Şekil 3.** İncelenen taksonun polen SEM resimleri; **a:** ekvatorial eksen, **b:** polar eksen, **c:** yüzey ornamentasyonu.

#### 4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, incelenilen taksonun gövde boyu ve tabandaki kalınlığı, yaprak boyu ve genişliği, petiyol uzunluğu ve pedisellat kaulin yapraklar, bir halkada çıkan çiçek sayısı, brakte boyutları, kaliks uzunluğu, korolla tüpünün uzunluğu, stamenlerde üst ve alt konnektivlerin uzunluğu, stilus uzunluğu, nutlet boyutları, tohum rengi, boyutları ve şekli gibi karakterleri güncellenmiş veya yeni bir karakter olarak deskripsiyonundaki yerini sağlamıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** İncelenen taksonun Kahraman vd. (2011)'nin deskripsiyonu ile karşılaştırılmasıyla güncellenen veya yeni eklenen karakterler

Karakterler	Kahraman vd. (2011)'nin deskripsiyonu	Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar
Gövde boyu ve tabandaki kalınlığı	40-120 cm ve 0,4-1 mm	40-180 cm ve 0,4-1,2 cm
Yaprak boyu ve genişliği	7-25 cm X 5,5-23 cm	7-38 cm X 5-28,5 cm
Pedisel uzunluğu	2-14 cm	1,5-14 cm
Kaulin yapraklar	sesil	pedisellat
Bir halkada çıkan çiçek sayısı	6-12	6-14
Brakte boyutları	6-12 mm X 5-12 mm	5-12 mm X 5-12 mm
Kaliks uzunluğu	5,5-10 mm	5,5-11 mm
Korolla tüpünün uzunluğu	5-8 mm	5-9 mm
Üst ve alt konnektivlerin uzunluğu	11-12 mm, -	11-15 mm, 3-6 mm
Stilusun uzunluğu	35 mm'e kadar	38 mm'e kadar

Nutlet boyutları	2,5-3,3 mm X 2,4-2,8 mm	2,5-3,5 mm X 2-3 mm
Tohum rengi, boyutları ve şekli	-	Siyah, 2-3 mm X 1,5-2,2 mm, oval

Metcalf ve Chalk (1972), Labiatae familyasına ait bitkilerin gövde anatomilerinde köşeli ve iyi gelişmiş köşe kollenkimalarına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bunun yanında iletim demetlerinin sklerankimatik bir tabakayla çevrildiğini söylemişlerdir. Bu çalışmada da benzer sonuçlar *S. siirtica* için gözlenmiştir. Bunun yanında, *Salvia* türlerinde mezofil bölgelerinin tamamen parenkimatik dokudan oluştuğu belirtilmiştir (Metcalf ve Chalk 1972). Bu çalışmada da benzer durum görülmüştür. Daha önceki yıllarda çeşitli *Salvia* türlerinde (*S. huberi*, *S. sclarea* ve *S. indica*) yaprakların bifasiyal olduğu belirtilirken (Özdemir ve Şenel, 1999; Özdemir ve Altan, 2005; Kahraman vd., 2009). Bu durum *S. siirtica* için unifasiyal olarak kaydedilmiştir.

Lamiaceae familyasının polen karakterlerinin taksonomik açıdan oldukça önemli oldukları bazı çalışmalarla vurgulanmıştır (Erdtman, 1945; Kahraman vd., 2009). Cantino vd. (1992), *Salvia* cinsine ait polenlerin hegzakolpat olduğunu bildirmiştir. *S. siirtica*'da da benzer özellikle karşılaşılmıştır. Polen yüzey ornamentasyonları da retikulat ve türevleri olarak sunulmuştur (Hamzaoğlu vd., 2005). Bu çalışmada bu özellik bi-retikulat olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye'den lokal endemik *Salvia siirtica* makromorfolojik, mikromorfolojik, anatomik ve palinolojik olarak çalışılmış ve onun deskripsiyonu geliştirilmiştir. Taksonlar arasındaki taksonomik ilişkileri geliştirmek ve cinsin sınıflandırmasının daha iyi anlaşılabilmesi sağlamak için cinsine ait diğer taksonları da içine alan sonraki çalışmalara ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

- Cantino, P.D., Harley, R.M., Wagstaff, S.J. 1992. Genera of Labiatae: Status classification. In: Harley, R.M. and T. Reynolds (Eds.). Advanced in Labiatae science, Royal Bot. Gardens, Kew.
- Erdtman, G. 1945. Pollen morphology and plant taxonomy IV. Labiatae, Verbenaceae and Avicenniaceae. Svenk Bot Tidskr, 39, 279–285.
- Guner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Flora Araştırmaları Derneği, İstanbul.
- Hamzaoğlu, E., Duran, A., Pınar, N.M. 2005. *Salvia anatolica* (Lamiaceae), a new species from East Anatolia, Turkey. Ann. Bot. Fennici, 42, 215–220.
- Hedge, I. C. 1982. Flora of Turkey and the east Aegean Islands. In: Davis, P. H. (ed.), *Salvia* L. Edinburgh Univ. Press., 7, 400–461.

- Kahraman, A., Celep, F., Doğan, M. 2009. Morphology, Anatomy and Palynology of *Salvia indica* L. (Labiatae). World Appl Sci J., 6 (2), 289–296.
- Kahraman, A., Doğan, M., Celep, F. 2011. *Salvia siirtica* sp. nov. (Lamiaceae) from Turkey. Nord J Bot., 29, 397–401.
- Karaismailoğlu, M.C. 2015. Morphological and anatomical features of seeds of Turkish *Romulea* taxa (Iridaceae) and their taxonomic significance. Acta Bot Croat., 74, 31–41.
- Karaismailoğlu, M.C. 2016. Addition to characters of endemic *Aubrieta canescens* subsp. *canescens* Bornm. (Brassicaceae) from Turkey. Bangladesh J Bot., 45, 509–515.
- Metcalf, C.R., Chalk, L. 1972. Anatomy of the Dicotyledons II. Clarendon Press, Oxford.
- Özdemir, C., Altan, Y. 2005. Morphological and Anatomical Characteristics of Endemic *Salvia huberi* Hedge in Turkey. Bangladesh J Bot., 34 (2), 95–100.
- Özdemir, C., Şenel, G. 1999. The morphological, anatomical and karyological properties of *Salvia sclarea* L. Turk. J Bot., 23, 7–18.
- Ulubelen, A. 2003. Cardioactive and antibacterial terpenoids from some *Salvia* species. Phytochemistry, 64, 395–399.

## DROSOPHILA MELANOGASTER'DE PERMETRİN İLE UYARILAN SOMATİK MUTASYONLARA KARŞI SEMİZOTU KULLANIMI

**Dr. Halit KIZILET<sup>1</sup>, Prof. Dr. Handan UYSAL<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Erzurum Bölge Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Bölümü, Erzurum

<sup>\*2</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzurum

### ÖZET

İnsektisitlerin alt gruplarından birisi olan piretroidler, krizantem çiçeklerinden (*Chrysanthemum cinerariaefolium* ve *C. coccineum*) elde edilen organik kimyasallardır. Piretroidler, son yıllarda dünya genelinde kullanılan böcek ilaçlarının %30'unu oluşturmaktadır. Bu grup insektisitler kolayca bozunmadığı için kalıntıları ciddi sorunlara neden olmaktadır. Permetrin (PER), piretroidlerin bir çeşididir. Özellikle insanlarda ve hayvanlarda bit, pire, kene gibi dış parazitlere karşı şampuan olarak kullanılmaktadır. Ayrıca depoların ve binaların haşere kontrolüne karşı da kullanılmaktadır. Bu çalışmada, PER'in genotoksik etkili olup olmadığını belirlemek için *Drosophila melanogaster* Oregon R'de *in vivo* kanat benek testi/somatik mutasyon ve rekombinasyon testi (SMART) ile çalışılmıştır. Ayrıca *Portulaca oleracea* L. (semizotu)'nin su ekstraktı da (PO<sub>su</sub>) antigenotoksik bakımdan değerlendirilmiştir. SMART için distile su, dimetil sülfoksit (DMSO) ve PER uygulama grupları (5, 6, 7 ve 8ppm) hazırlanmıştır. Antigenotoksik etkinin belirlenmesi için, bir diğer uygulama grubu da 8ppm PER+%1 PO<sub>su</sub> ile hazırlanmıştır. Elde ettiğimiz bulgulara göre, tüm PER uygulama gruplarında mutasyon frekansı artmıştır. Ancak yalnızca 8ppm PER uygulama grubu için pozitif sonuç (+) tespit edilmiştir (P<0,05). PER+PO<sub>su</sub> uygulamasında ise mutant klon sayısı azalmıştır (P<0,05). Bu sonuçlar, PER tarafından oluşturulan genotoksik hasara karşı semizotunun antigenotoksik etkili olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Permetrin, *Drosophila melanogaster*, SMART, genotoksisite, *Portulaca oleracea* L.

USE OF PURSLANE AGAINST SOMATIC MUTATIONS INDUCED BY  
PERMETHRINE IN *DROSOPHILA MELANOGASTER*

**Dr. Halit KIZILET<sup>1</sup>, Prof. Dr. Handan UYSAL<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Erzurum Regional Training and Research Hospital, Department of Cardiology, Erzurum

<sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Atatürk University, Erzurum

[halitkizilet@gmail.com](mailto:halitkizilet@gmail.com), \*corresponding author: [hauysal@atauni.edu.tr](mailto:hauysal@atauni.edu.tr)

**ABSTRACT**

Pyrethroids, one of the sub-groups of insecticides, are organic chemicals derived from chrysanthemum flowers (*Chrysanthemum cinerariaefolium* ve *C. coccineum*). Pyrethroids account for 30% of pesticides used worldwide in recent years. Since this group of insecticides cannot be easily degraded, their residues cause serious problems. Permethrine (PER) is a variant of pyrethroids. It is used as shampoo against external parasites such as lice, fleas and ticks, especially in humans and animals. It is also used against pest control of warehouses and buildings. In this study, *in vivo* wing spot test/somatic mutation and recombination test (SMART) was studied in *Drosophila melanogaster* Oregon R to determine whether PER was genotoxic. In addition, the water extract (PO<sub>wtr</sub>) of *Portulaca oleracea* L. (purslane) was evaluated for antigenotoxicity. For SMART, distilled water, dimethyl sulfoxide (DMSO) and PER applied groups (5, 6, 7 and 8ppm) were prepared. For the determination of the antigenotoxic effect, another application group was prepared with 8ppm PER + 1% PO<sub>wtr</sub>. According to our findings, mutation frequency was increased in all PER applied groups. However, only the positive result (+) for the 8ppm PER applied group was determined (P<0.05). The number of mutant clones was decreased in PER + PO<sub>wtr</sub> application (P<0.05). These results indicate that purslane against the genotoxic damage generated by PER is antigenotoxic effect.

**Keywords:** Permethrine, *Drosophila melanogaster*, SMART, genotoxicity, *Portulaca oleracea* L.

## 1.GİRİŞ

Tarihsel süreç bize insanların tarımsal ürünlerini, hayvanlarını ve barınaklarını zararlılardan koruyamadığını, dolayısıyla sağlıklı gıda elde etmekte yetersizliklerle karşılaştığı zamanların olduğunu göstermektedir. İrlanda'da 1846-1851 yılları arasında yaşanan ve 1,5 milyon insanın ölümüyle sonuçlanan patates mildiyözü hastalığı sonucu oluşan büyük kıtlık, buna en iyi örneklerden biridir. Günümüzde ise Dünya hububat üretiminin yaklaşık %20 si hasat öncesi ve sonrası aşamalarda kaybolmaktadır. Artan dünya nüfusu ve besin ihtiyacı, insanları tarımsal ürünlerini korumak ve sağlıklı gıda elde etmek için üretim ve ürünün saklanma aşamalarında yoğun olarak insektisit kullanmaya mecbur bırakmıştır. Ancak insektisitlerin bilinçsiz kullanılmaları, faydalı organizmaların yok olmasına ve genetik çeşitliliğin de tehlike altına girmesine neden olarak gösterilmektedir (Güngör 2003). Bu çalışmada, genotoksitesini belirlemek için kullandığımız Permetrin (PER) insektisiti piretroid grubundandır ve son yıllarda dünyada kullanılan insektisitlerin %30'unu piretroidler oluşturmaktadır.

Farklı organizmalara karşı çeşitli yöntemlerle korunmaya çalışılan bitkiler, aynı zamanda antik çağlardan beri insanlar tarafından sağlıklı yaşam için ve tedavi edici olarak da kullanılmaktadır. Ülkemiz florasında yer alan 650 bitki türünün tedavi amaçlı kullanıldığı Baytop (1984) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca çeşitli bitki ekstraktları kullanılarak, genotoksik ajanların canlılar üzerinde oluşturduğu hasarların giderilmesi için çalışmalar da yapılmaktadır. 20. yüzyılda tıp biliminin muazzam bir şekilde gelişmesine rağmen bitkilerin geleneksel tıpta kullanımı halen devam etmektedir (Jain *et al.* 2007). Bu açıdan değerlendirilen semizotu, Dünya Sağlık Örgütü tarafından en çok kullanılan tıbbi bitkilerden birisi olarak listelemiş ve "küresel anlamda her derde deva" adını vermiştir (Lim and Quah 2007). Bu çalışmada, PER'in genotoksik etkili olup olmadığını belirlemek için *Drosophila melanogaster* Oregon R'de *in vivo* somatik mutasyon ve rekombinasyon testi (SMART) ile çalışılmıştır. Ayrıca *Portulaca oleracea* L. (semizotu)'nin su ekstraktı da (PO<sub>su</sub>) anti-genotoksik bakımdan değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1.Drosophila stokları

Çalışmamızda, *D. melanogaster*'in normal metabolik aktiviteye sahip multiple wing hair (*mwh*) ve flare (*flr<sup>3</sup>*) mutant soyları kullanılmıştır. Bu hatlar Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Genetik Araştırma Laboratuvarı'nda standart besi yeri ortamında 25±1°C ve %60 bağıl nem içeren karanlık inkübatörlerde kültüre edilerek kullanılmaktadır (Uysal vd 2006).

### 2.2.Somatik mutasyon ve rekombinasyon testi (SMART)

SMART uygulaması için iki deney seti hazırlanmıştır. Birinci deney setinde, PER dört farklı konsantrasyonda (5, 6, 7 ve 8ppm) Standart *Drosophila* besi yerine (SDB) eklenip, uygulama

grupları ile negatif ve pozitif olmak üzere iki kontrol grubu oluşturulmuştur. Negatif kontrol grubu olarak distile su ve PER'in çözücüsü olan DMSO, pozitif kontrol grubu olarak da EMS kullanılmıştır. İkinci deney setinde ise semizotunun antigenotoksik etkisinin belirlenmesi için, insektisitlerin en yüksek uygulama grubuna (8ppm) %1PO<sub>su</sub> eklenmiştir. Taze olarak hazırlanan SDB+PER ve SDB+PER+PO<sub>su</sub> uygulama gruplarının her birisine ♀♀ *flr* X ♂♂ *mwh* çaprazlamasından elde edilen 72±4 saatlik 200 trans-heterozigot larva (3. evre) eklenmiş ve onlar erginleşinceye kadar 25±1°C'de etüvde bekletilmiştir. Erginleşen bireylerin kanatları şekillerine göre normal (*mwh/flr*<sup>3</sup>) ve serrat (*mwh/TM3*) olarak sınıflandırılıp, faure solüsyonu içinde binoküler mikroskop altında çıkarılmış ve lamlara yapıştırılmıştır. Entellan dökülüp lamelle kapatılarak kalıcı hale getirilen preparatlar ışık mikroskopunda 10X40 büyütme ile incelenerek gözlenen mutant klonlar kaydedilmiştir. SMART ile elde edilen sonuçların istatistiksel analizi Microsta paket programı ile değerlendirilmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar pozitif (+), zayıf pozitif (z), önemsiz fark (i) ve negatif (-) olarak gösterilmiştir (Frei and Würgler 1988).

### 3.ARAŞTIRMA BULGULARI

Kontrol gruplarına ait kanat preparatları incelendiğinde elde edilen verilere göre (Tablo 1), distile su ve DMSO negatif kontrol grupları arasındaki fark istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Pozitif kontrol olan EMS uygulamasında ise distile su ve DMSO'ya göre tüm klonlarda mutasyon frekansı artmıştır (P<0,05). PER insektisitinin *in vivo* genotoksisitesini belirlemek için kullanılan SMART'da normal kanat fenotipinde (*mwh/flr*<sup>3</sup>) en düşük uygulama grubu (5ppm) hariç tüm PER uygulamasında doz artışına bağlı olarak, küçük tek tip (KTT), büyük tek tip (BTT),  $\sum$  *mwh*,  $\sum$  klon sayısı ve buna bağlı olarak mutasyon frekansında artış gözlenmiştir. KTT klon frekansı DMSO negatif kontrol grubunda 0,11 iken 5-8 ppm PER uygulama gruplarında bu değer 0,13'den 0,30'a yükselmiştir. DMSO ile karşılaştırıldığında, ilk üç uygulama grubunda önemsiz (i) olan bu fark (P>0,05), 8 ppm uygulama grubunda pozitif (+) farka dönüşmüştür (P<0,05).  $\sum$  klon ve  $\sum$  *mwh* klon frekansı ise DMSO'da 0,13 iken 8 ppm PER'de 0,31'e yükselmiştir. Bu yükseliş istatistikî olarak P<0,05 düzeyinde önemlidir (Tablo1). PER uygulama gruplarına ait serrat kanat fenotipli bireyler (*mwh/TM3*) için yapılan incelemede ise, negatif kontrol grubu olan DMSO'ya göre istatistikî olarak önemsiz sonuçlar bulunmuştur (P>0,05). DMSO uygulamasında  $\sum$  klon mutasyon frekansı 0,09, en yüksek PER (8 ppm) uygulamasında ise 0,14'dür (Tablo 1). *mwh/flr*<sup>3</sup> kanat fenotipi için DMSO kontrol grubunda 0,51 olan klon indüksiyon frekansı (KİF) 5, 6, 7 ve 8 ppm PER uygulama grupları için sırasıyla 0,51, 0,51, 0,92, 1,28 ; *mwh/TM3* kanat fenotipinde ise DMSO'da 0,35, PER uygulama gruplarında da sırasıyla 0,35, 0,46, 0,51, 0,56'dır.

Bu çalışmanın ikinci kısmında PO<sub>su</sub> ekstraktının antigenotoksisitesinin belirlenmesi için genotoksik etkinin en iyi görüldüğü 8ppm PER uygulama grubu tercih edilmiştir ve SDB+PER+PO<sub>su</sub> ile bir diğer uygulama grubu hazırlanmıştır. Uygulama sonucunda, yalnız insektisit içeren uygulama grubuna göre, her iki kanat tipinde de mutasyon sayıları tüm klon



tiplerinde azalmıştır. Örneğin  $mwh/flr^3$  kanat fenotipinde  $\sum$  klon frekansı, DMSO negatif kontrol grubunda 0,13 ve 8ppm PER uygulamasında 0,31 iken PER+PO<sub>su</sub> uygulama grubunda 0,14 olarak bulunmuştur (Tablo 1). Böylece PO<sub>su</sub> etkisiyle mutasyon frekansı, istatistikî olarak pozitif (+) etkiliden önemsiz (i) etkiliye gerilemiştir (P>0,05). Ayrıca  $mwh/flr^3$  kanat fenotipinde 8 ppm PER için KİF değeri 1,28 iken PER+PO<sub>su</sub> uygulama grubunda ise 0,56 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 1.** SMART’da kontrol gruplarına ve PER, PER+PO<sub>su</sub> uygulamalarına ait bulgular ve istatistiksel analiz sonuçları

Konsantrasyonlar (ppm)	Kanat sayısı (N)	Küçük tek tip (1-2 hücre) (m = 2)			Büyük tek tip (>2 hücre) (m = 5)			İkiz klon (m = 5)			Toplam $mwh$ klon (m = 2)			Toplam klon (m = 2)			Klon indüksiyon frekansı (KİF)
		No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	No	Fr.	D	
<b>Normalkanat (<math>mwh/flr^3</math>)</b>																	
Distile su	80	8	(0.10)		0	(0.00)		0	(0.00)		9	(0.11)		9	(0.11)		0.46
DMSO	80	9	(0.11)	i	1	(0.01)	i	0	(0.00)	i	10	(0.13)	i	10	(0.13)	i	0.51
EMS	80	29	(0.36)	+	11	(0.14)	+	3	(0.04)	i	39	(0.49)	+	43	(0.54)	+	2.00
5	80	10	(0.13)	i	0	(0.00)	-	0	(0.00)	-	10	(0.13)	i	10	(0.13)	i	0.51
6	80	10	(0.13)	i	0	(0.01)	-	0	(0.00)	-	10	(0.13)	i	10	(0.13)	i	0.51
7	80	18	(0.23)	i	0	(0.00)	-	0	(0.00)	-	18	(0.23)	i	18	(0.23)	i	0.92
8	80	24	(0.30)	+	1	(0.01)	i	0	(0.00)	-	25	(0.31)	+	25	(0.31)	+	1.28
8 PER+PO <sub>su</sub>	80	11	(0.14)	i	0	(0.00)	-	0	(0.00)	-	11	(0.14)	i	11	(0.14)	i	0.56
<b>Serratkanat (<math>mwh/TM3</math>)</b>																	
Distile su	80	7	(0.09)		0	(0.00)					7	(0.09)		7	(0.09)		0.35
DMSO	80	7	(0.09)	i	0	(0.00)	i	Dengeleyici		i	7	(0.09)	i	7	(0.09)	i	0.35
EMS	80	19	(0.24)	+	10	(0.13)	+	TM3		i	29	(0.36)	+	29	(0.36)	+	1.49
5	80	7	(0.09)	i	0	(0.00)	-	kromozomu		i	7	(0.09)	i	7	(0.09)	i	0.35
6	80	9	(0.11)	i	0	(0.00)	-	varlığında $flr^3$		i	9	(0.11)	i	9	(0.11)	i	0.46
7	80	10	(0.13)	i	0	(0.00)	-	mutasyon		i	10	(0.13)	i	10	(0.13)	i	0.51
8	80	11	(0.14)	i	0	(0.00)	-	gözlenmez.		i	11	(0.14)	i	11	(0.14)	i	0.56
8 PER+PO <sub>su</sub>	80	8	(0.10)	i	0	(0.00)	-			i	8	(0.10)	i	8	(0.10)	i	0.41

No: klondaki mutasyon sayısı, Fr: mutasyon frekans, D: Frei ve Würger (1988) e göre istatistiksel bulgular, +: pozitif, -: negatif, i: önemsiz, m: tesir faktörü.

$mwh/TM3$  kanat fenotipinde ise  $\sum$  klon frekansı DMSO için 0,09, 8ppm PER için 0,14 olarak bulunurken PER+PO<sub>su</sub> uygulama grubunda 0,10’a kadar gerilemiştir.  $\sum$  klon frekanslarında ki düşüşe bağlı olarak PO<sub>su</sub> antigenotoksik etkili bulunmuştur (P<0,05). Bu fenotipe ait KİF değeri ise yine PO<sub>su</sub> ile 0,56 dan 0,41’e gerilemiştir (Tablo 1).

#### 4. TARTIŞMA

Pestisitler insan yapımı zararlı kimyasalların önemli bir grubu oluşturmaktadır. Son otuz yılda yeterli fotostabilitesi sağlanan sentetik piretroidler yürürlüğe girdiğinden bu yana, tarımsal kullanım, halk sağlığı ve ev gibi çeşitli alanlarda önemli zararlı mücadele araçları olmuştur. Ancak piretroid insektisitlerin, memelilerde toksik etkilerinin düşük olmasına rağmen, yapılan deneysel çalışmalarda ratlarda burun mukozası, akciğer, karaciğer, lenfoid dokular, timus gibi dokular üzerinde patolojik değişikliklerle kanda oksidatif stresi işaret eden enzim düzeylerinde artışa neden olduğu saptanmıştır (Ünal vd 2009). Sankar *et al.* (2010)’un piretroid insektisitlerden sipermetrinle yaptıkları çalışmada rat kemik iliği hücrelerinde mikronükleus oluşumu gözlenmiştir. Kocaman ve Topaktaş (2010)’da sipermetrinin insan

periferel lenfositlerinde MN, KKD ve kromozomal aberasyonlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Berköz vd (2010), yine piretroid insektisitlerden deltametrinin albino Wistar sıçanlarında lipit peroksidasyonuna sebep olduğunu göstermiştir. Bir başka piretroid olan fastak ile de *Odontophrynus cordobae* ve *Rhinella arenarum* kurbağa iribaşlarının eritrositlerinde, klastojenik etki ile mitotik sürecin bozulduğu tespit edilmiştir (Bosch *et al.* 2011). Fernandes *et al.* (2007) piretroidlerin eritrositlerde şekil bozuklukları, binükleuslu eritrositler gibi hücrede çeşitli morfolojik değişimlere neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu morfolojik değişimler mitokondrideki oksidatif stresten kaynaklanmakta ve hücrede apoptotik değişimler gerçekleşmektedir. Böylece kromozom anomalileri ve anöploidi gibi nükleer hasarlar oluşabilmektedir (Çavaş and Ergene-Gözükara 2005).

Yapılan benzer çalışmalar ve elde ettiğimiz verilere göre piretroid insektisitlerden olan PER somatik mutasyonları uyararak genotoksisiteye sebep olmuştur. Genotoksik etki ise PER ya da farklı insektisitlerin oluşturduğu sinir ve endokrin sinyallerdeki kesintiler ile hücre içinde  $Ca^{+2}$  değişimine bağlı olarak oluşmaktadır. Bu değişim oksidatif strese neden olan nitrik oksit sentaz gibi proteolitik enzimlerin aktivasyonuna ve serbest radikallerin üretilmesine, artan  $Ca^{+2}$  inaktif durumdaki  $Ca^{+2}$  bağımlı proteazları ve nükleazları aktifleştirerek sitoplazmik proteinlerin parçalanmasına ve apoptoze özgü internükleozomal DNA kırıklarının oluşmasına neden olmaktadır (Berliocchi *et al.* 2005).

Pestisitlerin neden olduğu oksidatif stresten etkilenen en önemli sistemlerden birisi antioksidan sistemdir. Ancak bitkisel kaynaklı doğal bileşiklerle yapılan çalışmalar oksidatif stresin neden olduğu genotoksisiteye karşı bitkisel bileşiklerin koruyucu aktivitesini göstermiştir. Sunulan bu çalışmada  $PO_{su}$  ekstraktının antigenotoksik bir ajan olduğunu göstermiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da *D.melanogaster*'de *Echium amoenum* (İran borajı) metanol ekstraktının ve *R.canina* (kuşburnu)'nın EMS'ye (Kızılet *et al.* 2013; Uysal *et al.* 2015), *R.canina* ve *Salvia lavandulifolia* (adaçayı)'nın etanol ekstraktlarının da yine bir insektisit olan dimetoata karşı güçlü bir radikal süpürücü olduğu gösterilmiştir (Kızılet *et al.* 2019). Çünkü farklı bitkiler, içerdikleri serbest radikalleri süpürücü molekülleri ile antioksidatif potansiyele sahiptirler.

## 5. KAYNAKLAR

- Baytop, T., 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, 520 s, İstanbul, Türkiye.
- Berköz, M., Yalın, S., Çömelekoğlu, Ü., Mazmancı, B., Mazmancı, M. A., Ünyayar, A. ve Eroğlu, P., 2010. Deltamethrinin beyinde oluşturduğu oksidatif hasarın önlenmesinde *Funalia trogili*'nin rolü. Mersin. Univ. Sağlık Bilim. Derg., 3(1), 1-8.
- Berliocchi, L., Bano, D. and Nicotera, P., 2005.  $Ca^{+2}$  signals and death programmes in neurons. Phil. Trans. R. Soc. B., 360(1), 2255- 2258.
- Bosch, B., Mañas, F., Gorla N. and Aiassa, D., 2011. Micronucleus test in post metamorphic *Odontophrynus cordobae* and *Rhinella arenarum* (Amphibia: Anura) for environmental monitoring. J. Toxicol. Environ. Health. Sci., 3, 155-163.
- Çavaş, T. and Ergene-Gözükara, S., 2005. Micronucleus test in fish cells: a bioassay for *in*

- situ* monitoring of genotoxic pollution in the marine environment. Environ. Mol. Mutagen., 46, 64–70.
- Fernandes, T.C.C., Mazzeo D.E.C. and Marin-Morales, M.A., 2007. Mechanism of micronuclei formation in polyploidized cells of *Allium cepa* exposed to trifluralin herbicide. Pestic. Biochem. Physiol., 88, 252–259.
- Frei, H. and Würzler, F.E., 1988. Statistical methods to decide whether mutagenic test data from *Drosophila* assays indicate a positive, negative or inconclusive results. Mutat. Res., 203, 297-308.
- Güngör, B.Ö., 2003. Tarımsal kirlenme ve giderim yöntemleri. V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Ankara.
- Jain, S., Shrivastava, S., Nayak, S. and Sumbhate, S., 2007. Recent trends in *Curcuma longa*. Pharmacogn. Rev., 1, 119-128.
- Kızılet, H., Kasımoğlu, C. and Uysal, H., 2013. Can the *Rosa canina* plant be used against alkylating agents as a radical scavenger? Pol. J. Environ. Stud., 22, 1263-1267.
- Kızılet, H., Yılmaz, B., Uysal, H. 2019. Herbal medicine against genotoxicity of dimethoate, an insecticide, in mammalian somatic cells. Heliyon, 5(3), e01337.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01337>
- Kocaman, A.Y. and Topaktaş, M., 2010. Genotoxic effects of a particular mixture of acetamiprid and  $\alpha$ -cypermethrin on chromosome aberration, sister chromatid exchange, and micronucleus formation in human peripheral blood lymphocytes. Environ. Toxicol., 25, 157–168.
- Lim, Y.Y. and Quah, E.P.L. 2007. Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. Food Chem., 103, 734–740.
- Sankar, P., Telang A.G., and Manimaran, A., 2010. Curcumin protects against cypermethrin-induced genotoxicity in rats. Environ. Toxicol. Pharmacol., 30, 289–291.
- Uysal, H., Kızılet H., Ayar, A. and Taheri, A., 2015. The use of endemic Iranian plant, *Echium amoenum* against the ethyl methanesulfonate and the recovery of mutagenic effects. Toxicol. Ind. Health., 31 (1),44-51.
- Uysal, H., Şişman, T. ve Aşkın, H. 2006. *Drosophila* Biyolojisi ve Çaprazlama Yöntemleri. Erzurum, Türkiye, Atatürk Üniversitesi Yayınları, 53 pp. ISBN:975-442-111-0.
- Ünal, A., Koyuncu, M., Yıldız, L., Ünal, R., Şeşen, T. ve Tanyeri, Y., 2009. Türkiye Klinikleri. Tıp Bilimleri Dergisi, 29(6), 1517-1521.

## ÖMÜR UZUNLUĞUNU SINIRLANDIRICI BİR FAKTÖR OLARAK NANOPARTİKÜLLER

Y. L. Öğr. Kakageldi Amandurdiyev<sup>1</sup>, Prof. Dr. Handan Uysal<sup>1\*</sup>  
<sup>\*1</sup> Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

### ÖZET

Nanobilim kavramı ilk kez 1959 yılında Nobel Fizik Ödülü sahibi Richard Feynman tarafından kullanılmıştır. Nanoteknolojideki hızlı gelişmeler ile elde edilen nanopartiküller (NP) günümüzde ilaç, kozmetik, gıda, tekstil, malzeme, otomobil ve metal endüstrisi gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Ancak hayatın hemen hemen tüm alanlarında kullanılan NP'ler, "Geleceğin korkulu rüyası" olarak tanımlanmaktadır. Çünkü insan ve ekosistem için yararları kadar zararlarının olabileceği de öngörülmektedir. Özellikle gıda sektöründe gıdaların hazırlanması, paketlenmesi, besin kalitesinin artırılması ve gıdaların güvenli kullanılabilmesi için farklı NP'lerle uygulamalar yapılmaktadır. Canlılar doğumdan ölüme kadar çeşitli gıdalarla beslenirler. Beslenme biyotik bir faktör olarak canlının çeşitli gelişim parametrelerini ve ömür uzunluğunu doğrudan etkiler. Organizmaların ömür uzunluğu genetik faktörler tarafından belirlenmektedir. Ancak besin gibi biyotik faktörler bu özellik üzerinde sınırlandırıcı rol oynayabilir. Bu durumda sorulabilecek soru şudur; Besinlerle alınan NP'ler organizmanın ömür uzunluğunu sınırlandırabilir mi? Sunulan bu çalışmada model organizma olarak *Drosophila melanogaster* (meyve sineği) kullanılmıştır. *D. melanogaster*'in Oregon R soyu yabancı tip erkek ve dişi bireylerine farklı dozlarda (0,5, 1,0, 1,5, 2,0mg/ml) çinko ve bakır oksit (ZnO ve CuO) NP'leri uygulanmıştır. Uygulamalar kronik olarak yapılmış ve ergin bireyler NP'lere sürekli maruz bırakılmıştır. Sonuçta doz-süre etkileşimine bağlı olarak her iki popülasyonda ortalama ömür uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir (P<0,05). Şöyle ki; Distile su kontrol grubunda ortalama ömür uzunluğu ♀♀'de 49,39±1,96, ♂♂'de ise 51,37±2,16 gündür. Bu değerler ZnO'nun en yüksek uygulama grubunda (2mg/ml) sırasıyla ♀♀'de 7,56±0,37, ♂♂'de 8,6±0,33; CuO'da ise ♀♀'de 18,29±0,60, ♂♂'de 17,77±0,37 olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Drosophila melanogaster*, ömür uzunluğu, nanopartikül

### NANO-PARTICLES AS A FACTOR THAT LIMITS THE LONGEVITY

### ABSTRACT

The concept of nanoscience was first used in 1959 by Richard Feynman, the winner of the Nobel Prize in Physics. Nanoparticles obtained by rapid advances in nanotechnology are used in different fields such as medicine, cosmetics, food, textile, materials, automobile and metal industry. However, nanoparticles used in almost all areas of life are defined as the "fearful dream" of the future. Because it is foreseen that human and ecosystem can be harmed as much as their benefits. Especially in food sector, different nanoparticles are used to prepare food, packaging, improve food quality and to use food safely. Living things feed on various foods from birth to death. Nutrition as a biotic factor directly affects various developmental

parameters and life span of the organism. The life span of organisms is determined by genetic factors. However, biotic factors such as nutrients may play a limiting role on this feature. In this case, the question is; Can nanoparticles taken with nutrients limit the lifespan of the organism? In this study, *Drosophila melanogaster* (fruit fly) was used as model organism. Different doses (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mg/ml) of zinc and copper oxide (ZnO and CuO) nanoparticles were applied to the Oregon R strain wild-type male and female individuals in *D. melanogaster*. Applications were made chronically and adults were exposed to NPs continuously. As a result, it was determined that the average life span decreased in both populations due to dose-time interaction ( $P<0.05$ ). Namely; the mean life span in the distilled water control group was  $49.39\pm 1.96$  for ♀♀ and  $51.37\pm 2.16$  days for ♂♂. These values were found to be  $7.56\pm 0.37$  in ♀♀ and  $8.6\pm 0.33$  in ♂♂ in ZnO's highest application group (2mg/ml); in CuO, it was found to be  $18.29\pm 0.60$  in ♀♀ and  $17.77\pm 0.37$  in ♂♂, respectively.

**Keywords:** *Drosophila melanogaster*, life span, nano-particles

## 1.GİRİŞ

Nano bilim ve nanoteknolojinin tam bir tanımı olmamakla birlikte genel görüşe göre 1-100 nanometre boyutlarda maddelerin anlaşılması, kontrol edilmesi ve atomsal seviyede değiştirilip işlevsel hale getirilmesidir. 21.yüzyılın endüstriyel devrimi olarak tanımlanan nanobilim ile birlikte hızla gelişen/geliştirilen ve gittikçe küçülen nanoteknolojik ürünler farklı alanlarda insan hayatında yer almaktadır. Bu ürünler, nanopartikül denilen 0.1 mikron büyüklüğündeki partiküllerden oluşurlar ve tıraş losyonlarında, güneş kremlerinde, evlerde kir, yağ tutmaz maddelerde, yanmaz, pas tutmaz mutfak gereçlerinde kullanılırlar. Bugün daha küçük ve etkili elektronik cihazların kullanıma sunulmuş olması yine nanoteknoloji sayesinde. Ancak bu alana özgü ürünler sadece elektronik alanında değil aynı zamanda enerji, sağlık, savunma sanayi, tekstil, seramik, cam, çevre, kozmetik ve gıda sektöründe de kullanılmaktadır (Tran ve Salmon, 2011; Chang vd., 2012). Tekstil alanında kendi kendini temizleyen veya ıslanmayan kumaşlar, çevre alanında atık suları temizlemek için membran sistemler, gıda sektöründe işlenmiş gıdaların raf ömrünün belirlenmesinde sensör benzeri yapılar artık olağan şekilde günlük hayatta kullanımdadır. Üretim ve kullanımlarındaki büyük artış, insanların nanopartiküllere maruziyetini ister istemez artırmaktadır. Bu teknoloji 10 yıl öncesine kadar “tamamen zararsız” diye tanıtılırken, son yıllarda yapılan deneysel çalışmalar nanopartiküllerin bugüne kadar bilinen zararlılardan daha büyük zararlarının olma olasılığını düşündürmektedir.

Nanopartiküller insan hücrelerinden daha küçük olup hücresel makromoleküllerle aynı boyutlardadır (Cuenca vd., 2006). Özellikle solunum yoluyla akciğerler ve kardiovasküler sistem üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca besinler üzerinde kalıntı oluşturabileceği ve besin zinciri yoluyla canlı sistemlere dahil olabileceği de düşünülmektedir.

Sunulan bu çalışmada halk arasında meyve sineği/sirke sineği olarak bilinen ve genetik denemelerinde model organizma olan *Drosophila melanogaster*'in Oregon R yabanıl soyu kullanılmış ve bu soyun erkek ve dişi popülasyonlarında kronik bakır oksit ve çinko oksit NP'lerinin farklı dozlarda ve kronik olarak uygulanmasına bağlı olarak gözlenebilecek olası ömür uzunluğu değişiklikleri araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılmak üzere, *D.melanogaster*'in dişi ve erkek popülasyonlarına ait aynı yaşlı ve virjin bireyleri elde etmek için, pupadan çıkan erginler beş saatte bir ayrı ayrı toplanmış ve yine ayrı ayrı olmak üzere üç günlük ( $72\pm 4$  saat)  $100\text{♀}$  ve  $100\text{♂}$  birey ile saf su kontrol, ve farklı konsantrasyonlarda ZnO ve CuO (0,5, 1,0, 1,5, 2,0mg/ml) içeren deney grupları oluşturulmuştur. Tüm deney grupları uygulamalar süresince uygun sıcaklık kabinlerinde ( $25\pm 1^\circ\text{C}$ ), %60 bağıl nem ve karanlık ortamda tutulmuştur. Ayrıca kontrol ve deney grupları standart *Drosophila* besiyeri (SDB) ile beslenmiş ve böylece tüm çevresel faktörlerin stabil kalması, tek değişkenin farklı konsantrasyonlarda uygulanan NP'ler olması sağlanmıştır. Ergin bireyler kronik uygulama için üç günde bir farklı konsantrasyonlarda NP'ler içeren taze besi yerlerine aktarılmış ve aktarım sırasında ölen bireyler kaydedilerek ortamdan uzaklaştırılmıştır. Bu işlem en son birey ölünceye kadar sürdürülmüş ve denemeler üç kez tekrarlanmıştır. Hem kontrol hem de deney gruplarına ait sonuçların istatistiksel analizi SPSS 15.0 programı ile yapılmıştır. Bu grupların ortalama ömür uzunluğu değerlerini karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi ve Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

## 3. BULGULAR

Elde edilen verilere göre saf su kontrol grubunda maksimum ömür uzunluğu  $\text{♀}$  popülasyonunda 77,  $\text{♂}$  popülasyonunda 76 gündür ( $P>0,05$ ). Bu değerler  $\text{♀}$  popülasyonu için en düşük ve en yüksek ZnO uygulama gruplarında (0,5-2,0mg/ml) 73 ve 21 gün iken  $\text{♂}$  popülasyonunda aynı uygulama grupları için 60 ve 21 gün olarak bulunmuştur (Tablo 1). Aynı dozlarda uygulanan CuO için de bu değerler sırasıyla  $\text{♀♀}$  için 53 ve 32,  $\text{♂♂}$  içinde 53 ve 21 gündür (Tablo 2). Saf su kontrol grubu ile ZnO ve CuO NP uygulama gruplarına ait her iki popülasyon maksimum ömür uzunluğu değerleri bakımından birbirleriyle karşılaştırıldığı zaman gözlenen gerileme anlamlı bulunmuştur ( $P<0,05$ ).

Bu çalışmadan elde edilen ortalama ömür uzunluğu değerleri de  $\text{♀}$  popülasyonu için saf su kontrol grubunda  $49,39\pm 1,96$  ve  $\text{♂}$  popülasyonunda da  $51,37\pm 2,16$  gündür. Kronik uygulanan ZnO NP ile bu değerler  $\text{♀}$  popülasyonunda en düşük ve en yüksek (0,5-2,0mg/ml) uygulama gruplarında  $25,46\pm 1,24$  ve  $7,56\pm 0,37$ ;  $\text{♂}$  popülasyonunda da  $31,06\pm 1,46$  ve  $8,60\pm 0,33$  güne kadar gerilemiştir.

**Tablo 1.** Kronik ZnO uygulanmış *D.melanogaster*'in ♀ ve ♂ popülasyonlarında maksimum ve ortalama ömür uzunluğunun karşılaştırılması

ÇİNKO OKSİT (ZnO)								
Deney grupları	♀♀				♂♂			
	Birey sayısı	Maksimum ömür uzunluğu	Ortalama ömür uzunluğu±SH	Önem kontrolü*	Birey sayısı	Maksimum ömür uzunluğu	Ortalama ömür uzunluğu±SH	Önem kontrolü*
Kontrol (1)	100	77	49,39 ± 1,96	1-2,3,4,5* 2-3,4,5* 3-4,5*	100	76	51,37 ± 2,16	1-2,3,4,5* 2-4,5* 3-4,5*
0,5 mg/ml (2)	100	73	25,46 ± 1,24		100	60	31,06± 1,46	
1 mg/ml (3)	100	49	18,83 ± 1,11		100	49	29,55± 1,19	
1,5 mg/ml (4)	100	32	10,94 ± 0,70		100	28	13,11 ± 0,48	
2 mg/ml (5)	100	21	7,56 ± 0,37		100	21	8,60 ± 0,33	
Regresyon Düzeyi	R=-0,727				R=-0,732			

**Tablo 2.** Kronik CuO uygulanmış *D.melanogaster*'in ♀ ve ♂ popülasyonlarında maksimum ve ortalama ömür uzunluğunun karşılaştırılması

BAKIR OKSİT (CuO)								
Deney grupları	♀♀				♂♂			
	Birey sayısı	Maksimum ömür uzunluğu	Ortalama ömür uzunluğu±SH	Önem kontrolü*	Birey sayısı	Maksimum ömür uzunluğu	Ortalama ömür uzunluğu±SH	Önem kontrolü*
Kontrol (1)	100	77	49,39 ± 1,96	1-2,3,4,5* 2-3,4,5	100	76	51,37 ± 2,16	1-2,3,4,5* 2-4,5* 3-4,5*
0,5 mg/ml (2)	100	53	32,05 ± 0,70		100	53	22,08 ± 0,64	
1 mg/ml (3)	100	32	20,13 ± 0,52		100	28	19,00 ± 0,46	
1,5 mg/ml (4)	100	32	19,95 ± 0,50		100	21	17,91 ± 0,38	
2 mg/ml (5)	100	32	18,29 ± 0,60		100	21	17,77 ± 0,37	
Regresyon Düzeyi	R=-0,675				R=-0,605			

CuO içinde bu değerler sırasıyla ♀ popülasyonunda  $32,05 \pm 0,70$  ve  $18,29 \pm 0,60$ ; ♂ popülasyonunda da  $22,08 \pm 0,64$  ve  $17,77 \pm 0,37$  gündür ve ZnO NP için gözlenen gerileme, CuO NP'de de gözlenmiştir (Tablo 1-2). Kontrol ve uygulama grupları arasında gözlenen bu farklılık  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Her iki NP'nin artan konsantrasyonuna bağlı olarak ortalama ömür uzunluğunda gözlenen azalma için negatif korelasyon değerleri de hesaplanmıştır. Bu değerler ZnO için ♀♀'de  $R = -0,727$ , ♂♂'de  $R = -0,732$ ; CuO için de ♀♀'de  $R = -0,675$  ve ♂♂'de  $R = -0,605$  olarak hesaplanmıştır.

#### 4. TARTIŞMA

Hücrenin boyutlarıyla karşılaştırıldığında, bir nano partikül "araba içinde kaybolmuş bir karıncaya" benzetilmektedir. Dolayısıyla bu parçacıklar, hücre içinde rahatlıkla dolaşabilmekte, zararlı organizmaların hücre zarının stabilitesini bozarak onları yok etmekte veya hastalıklı bölgeye yönlendirilen partiküller hasta hücrelere dahil olabilmektedirler (Demirtaş 2012). Basit bir kremde bulunan ya da besin ile alınan bu partiküller deri ya da sindirim sistemi yoluyla insan vücudunda akciğerlere, nöronlar ile beyne kadar ulaşıp ciddi hasarlar oluşturabilirler. Yapılan deneysel hayvan çalışmalarında NP'lerin solunum, kalp damar sistemini etkilediği, hatta akciğer ve akciğer zar kanserine sebep olduğu gözlenmiştir. Bu nedenlerle NP'ler için "geleceğin korkulu rüyası" denilmektedir.

Yaptığımız literatür taramalarında NP'lerin canlıların ömür uzunluğu üzerindeki etkileri ile ilgili herhangi bilgiye rastlanılmamıştır. Bu noktadan yola çıkılarak *D. melanogaster*'in erkek ve dişi popülasyonları farklı dozlarda CuO ve ZnO'ya kronik olarak maruz bırakılmış ve onların maksimum ve ortalama ömür uzunluklarının her iki popülasyonda da kontrol gruplarına göre önemli derecede azaldığı görülmüştür.

*D. melanogaster* ile yapılan bir çalışmada, Carmona vd., (2015), CuO'nun lipid peroksidasyonuna sebep olduğunu, DNA hasarını önemli derecede artırdığını ve somatik mutasyonları tetiklediğini belirlemişlerdir. Perreault vd., (2012) tarafından yapılan bir başka çalışmada, CuO'ya maruz kalan farelerde mikronukleus frekansı artarken yine farelerde beyin nöroblastoma hücrelerinde DNA fragmentasyonu, DNA metilasyonu ve kromozomal hasar gözlenmiştir. ZnO yine *D. melanogaster*'de metamorfozu inhibe ederek yumurtadan-ergine gelişebilen birey sayısını ve erginlerde yaşayabilirliği azaltmıştır. Cheng vd., (2017)'ne göre, MRC5 akciğer hücrelerinde hücresel yaşayabilirliğin azalmasının kaynağı oksidatif strestir. Çünkü NP'ler yapılarında metal ve hidrokarbon bulundukları için hücreye zarar veren serbest radikallerin oluşmasına neden olabilirler. Sharma vd., (2009)'ne göre de ZnO'ya maruz kalan insan akciğer epitel hücrelerinde oksidatif strese bağlı olarak artan 8-hidroksi-2-deoksiguanozin (8-OHdG), DNA hasarına sebep olmaktadır. Bilindiği gibi organizmada çeşitli yollarla oluşan serbest radikallerle antioksidan savunma sistemi denge halindedir. Ancak serbest radikallerin organizmadan yeterince temizlenemediği durumlarda DNA hasarı ve hasar ürünleri oluşmaktadır. Bu hasar ürünlerinden birisi olan 8-OHdG'de çeşitli metabolik hastalıklara, kansere ve bizim çalışmamızın sonucunda gözlediğimiz yaşlanmaya sebep olabilmektedir.



## KAYNAKLAR

- Tran, D.T. and Salmon, R. 2011. Potential photocarcinogenic effects of nanoparticle sunscreens, Australas. The J. of Dermatology, 52, 1-6.
- Chang, Y.N., Zhang, M., Xia, L., Zhang, J. and Xing, G. 2012. The toxic effects and mechanisms of CuO and ZnO nanoparticles. Materials, 5, 2850-2871.
- Cuenca, A.G., Jiang, H., Hochwald, S.N., Delano, M., Cance, W.G. and Grobmyer, S.R. 2006. Emerging implications of nanotechnology on cancer diagnostics and therapeutics. Cancer, 107, 459-466.
- Demirtaş Korkmaz, F. 2012. Titanyum dioksit ve çinko oksit nanopartiküllerinin *in vitro* insan lenfositlerindeki genotoksik etkilerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Carmona, E.R., Inostroza-Blancheteau, C., Obando, V., Rubio, L. and Marcos, R. 2015. Genotoxicity of copper oxide nanoparticles in *Drosophila melanogaster*. Mutation Research-Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 791, 1-11.
- Perreault, F., Melegari, S.P., da Costa, C. H., Rossetto, A.L.D.F, Popovic, R. and Matias W.G. 2012. Genotoxic effects of copper oxide nanoparticles in Neuro 2A cell cultures. Science of the Total Environment, 441, 117-124.
- Cheng, C.T., Yong, L. Q., Hande, M. P., Ong, C. N., Yu, L. E., Bay, B. H. and Baeg, G. H. 2017. Zinc oxide nanoparticles exhibit cytotoxicity and genotoxicity through oxidative stress responses in human lung fibroblasts and *Drosophila melanogaster*. International J. of Nanomedicine 12, 1621-1637.
- Sharma, V., Shukla R. K., Saxena, N., Parmar, D., Das, M. and Dhawan, A. 2009. DNA damaging potential of zinc oxide nanoparticles in human epidermal cells. Toxicology Letters, 185, 211-218

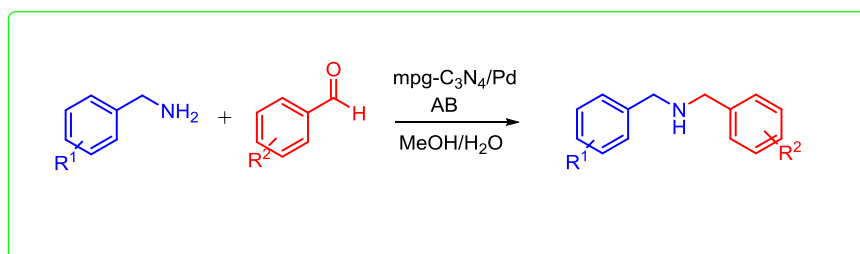
## A NEW, EFFICIENT AND FAST REDUCTIVE AMINATION METHODOLOGY BY USING Pd NANOPARTICLES SUPPORTED ON MPG-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> AS A CATALYST

*Bilal NiŞANCI\**

*Narman Vocational High School, 25530, Erzurum-Turkey*

**Abstract:** Amines are ubiquitous building blocks of dyes, agrochemicals, pharmaceuticals and fine chemicals. Due to their importance a broad array of methodologies have been developed by the scientists for the synthesis of amines. Reductive amination is one of the well known and important process for the synthesis of biologically important amines.

We report herein one of the fastest reductive amination methodologies in the literature by using Pd nanoparticles supported on mpg-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> as a catalyst and aldehydes with benzylamines as a reagent. In the present reductive amination methodology, a variety of substituted secondary amines (8 examples) were yielded by using ammonia borane as a hydrogen source in water/methanol mixture as a solvent by the help of the commercially available mpg-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/Pd nanocatalyst in 2 hour (Figure 1).



**Keywords:** Reductive amination, Mesoporous graphitic carbon nitride, Reusable catalyst, One-pot Synthesis.

**INVESTIGATION OF PYROLYSIS KINETICS OF NON-ISOTHERMAL  
CONDITIONS FROM BIOMASS SEEDS**

**Assist. Prof. Dr. Meltem KIZILCA CORUH\***

**Assist. Prof. Dr. Hatice BAYRAKCEKEN**

Department of Chemical Engineering, Ataturk University, Erzurum, 25240, Turkey

**ABSTRACT**

The fact that fossil energy sources that meet most of our energy needs will be exhausted in the near future, requires the widespread use of alternative energy sources. Biomass is an important alternative energy source. There are three types of biomass conversion technologies including physical, thermochemical and biochemical conversion processes. Thermochemical conversion from biomass is carried out by processes such as carbonization and pyrolysis. Pyrolysis study of peach and cherry seed, which are the sources of plant biomass, are carried out under air flow rate of  $10 \text{ ml.min}^{-1}$  and heating rates of 2.5-5-10 and  $20 \text{ }^{\circ}\text{C. min}^{-1}$  in the temperature range of 25-900°C by means of thermal analysis techniques, Thermogravimetry/Derivative thermogravimetry (TG/DTG). In order to explore kinetic triplets which were activation energy, pre-exponential factor and pyrolysis mechanisms, different methods as Kissinger–Akahira–Sunose (KAS) and Flynn–Wall–Ozawa (FWO).

**Keywords:** Biomass, pyrolysis, thermal analysis, kinetic triplets, Kissinger–Akahira–Sunose, Flynn–Wall–Ozawa

## 1. INTRODUCTION

Non-renewable (fossil) and renewable energy sources are used to meet the energy needs at the present time. The use of fossil fuels (petroleum, coal and natural gas) is quite common due to the fact that the costs of production, transportation and storage are cheap and easy [1]. Research on the availability and use of alternative renewable energy sources in the opposite of this negative situation of fossil resources and the obtained fuels has accelerated in recent years. One of them is biomass and has a great potential of biomass as a source in which various liquid hydrocarbons are obtained, especially for energy purposes [2]. One of the biggest advantages of biomass is that it is grown and consumed everywhere. In addition, biomass provides a clean solution to environmental problems and does not hinder the natural cycle of carbon. According to fossil fuels, environmental damage is very low. In particular, the combustion of biomass and CO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub> emissions, known as greenhouse gases are so small that they do not affect the environment. The reason why biomass is preferred against fossil fuels in the following years; the contribution of biomass to the negative effects of global warming, which is expected to lead the world to a great disaster, will be very low. Biomass conversion processes for utilizing biomass can be separated into three basic categories: physical (milling, drying, filtration, extraction), thermochemical (direct combustion, gasification, pyrolysis, carbonization, liquefaction) and biochemical [3]. Pyrolysis is one of the most used thermochemical methods. Pyrolysis is the phenomenon the thermal decomposition by inert atmosphere or vacuum of organic material. As a result of the pyrolysis process, solid, liquid and gas products are obtained. The distribution and properties of the products obtained as a result of pyrolysis depend on both the process parameters and the type of biomass used. Temperature, heating rate, pressure, entraining gas in the environment, reactor geometry, retention time and the use of catalyst are the parameters affecting pyrolysis. Besides, particle size, moisture content, organic structure, inorganic content, porosity, constant carbon ratio, elemental composition of the raw materials affect the pyrolysis efficiency and product properties [4]. In addition to examining the parameters for design, optimization and control of biomass pyrolysis processes, it is of great importance to clarify the kinetic mechanism. The pyrolysis process is a solid state degradation and its kinetic parameters are determined by thermal analysis techniques such as Thermogravimetric (TG) and derivative thermogravimetric (DTG). By means of the thermogravimetric analysis which can be done in isothermal or non-isothermal conditions, by using the weight loss data generated during the decomposition of solids, the separately kinetics and kinetic parameters can be determined for the degradation steps representing the total reaction kinetics or the degradation of the basic components [5].

Two different biomass materials were used in this study. Kinetic triplets which were activation energy, pre-exponential factor and pyrolysis mechanisms were calculated for different decomposition steps and total reaction with Kissinger–Akahira–Sunose (KAS) and Flynn–Wall–Ozawa (FWO) methods using data obtained from TG/DTG analysis.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. MATERIALS

Peach and cherry samples were purchased from a local supermarket in İstanbul, Turkey in February, 2019. Peach and cherry seeds were dried at room temperature and then ground to a 250  $\mu\text{m}$  particle size for use in experiments. Structural and elemental analyzes of the samples were performed before the thermoanalytical measurements.

### 2.2. THERMAL ANALYSIS

The thermal experiments were carried out using NETZSCH STA 409 PC Luxx apparatus. Correction by reference data was done with an empty crucible at measurement conditions, identical to the sample measurement conditions. About 10 mg of sample was packed in a platinum crucible. Measurements were taken with air atmosphere velocity of 10  $\text{mL min}^{-1}$  under ambient conditions, at a heating rate of 2.5, 5, 10 and 20 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , over the temperature range of 25-900 $^{\circ}\text{C}$  and repeatable results were obtained. Platinum was used as the reference material. The experimental data obtained on the NETZSCH equipment were transformed to a MS Excel format file to draw TG-DTA curves and used to analyze the kinetics of dehydration.

### 2.3. KINETIC ANALYSIS

In order to investigate the kinetics of the pyrolysis process, which is a solid phase decomposition process, the results obtained from thermogravimetric analysis was used. Active pyrolysis area determined by weight loss data obtained during biomass decomposition in thermogravimetric analysis and in order to determine kinetic parameters Kissinger–Akahira–Sunose (KAS) and Flynn–Wall–Ozawa (FWO) methods.

The Flynn-Wall-Ozawa (FWO) method Eq.(1), values of  $1/T$  are plotted against  $\log \beta$  for each conversion value ( $\alpha$ ), where  $E_a$  is the activation energy, heating rate  $\beta$ , A the pre-exponential factor, R the gas constant and T is the obsolete temperature Activation energy ( $E_a$ ) is calculated from the slope of parallel lines. R is the gas constant [5, 6, 7].

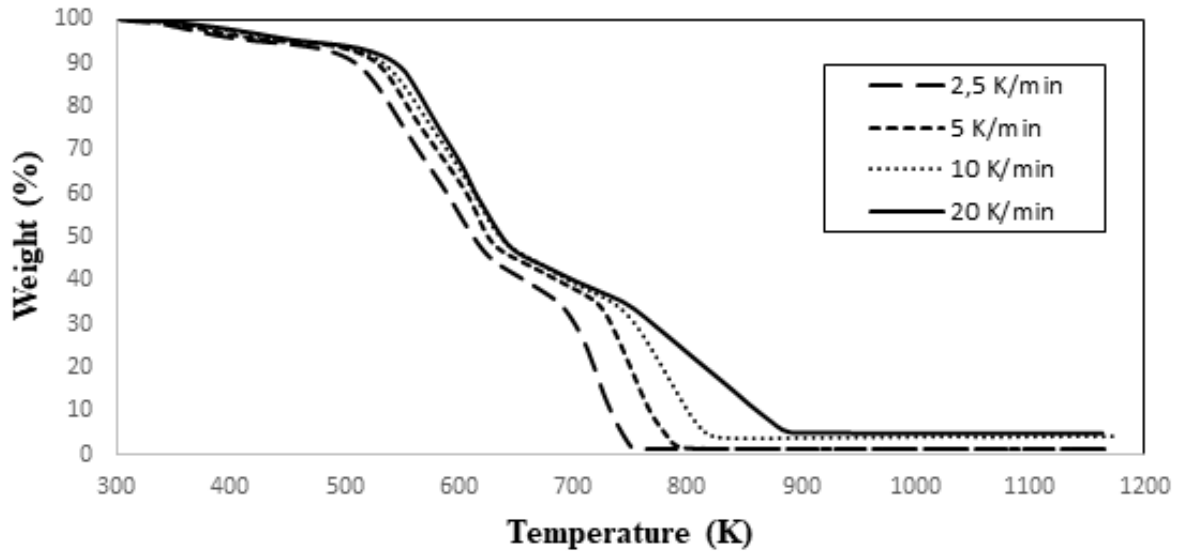
$$\ln(\beta) = \ln\left(\frac{AE_a}{g(\alpha)R}\right) - 5.331 - 1.052\left(\frac{E_a}{RT}\right) \quad (1)$$

The Kissinger–Akahira–Sunose (KAS) method Eq. (2), the kinetic parameters are determined from the plot of  $1/T$  against the left side of equation for each  $\alpha$  value [5,7]:

$$\ln\left(\frac{\beta}{T^2}\right) = \ln\left(\frac{AE_a}{Rg(\alpha)}\right) - \frac{E_a}{RT} \quad (2)$$

### 3. RESULT AND DISCUSSION

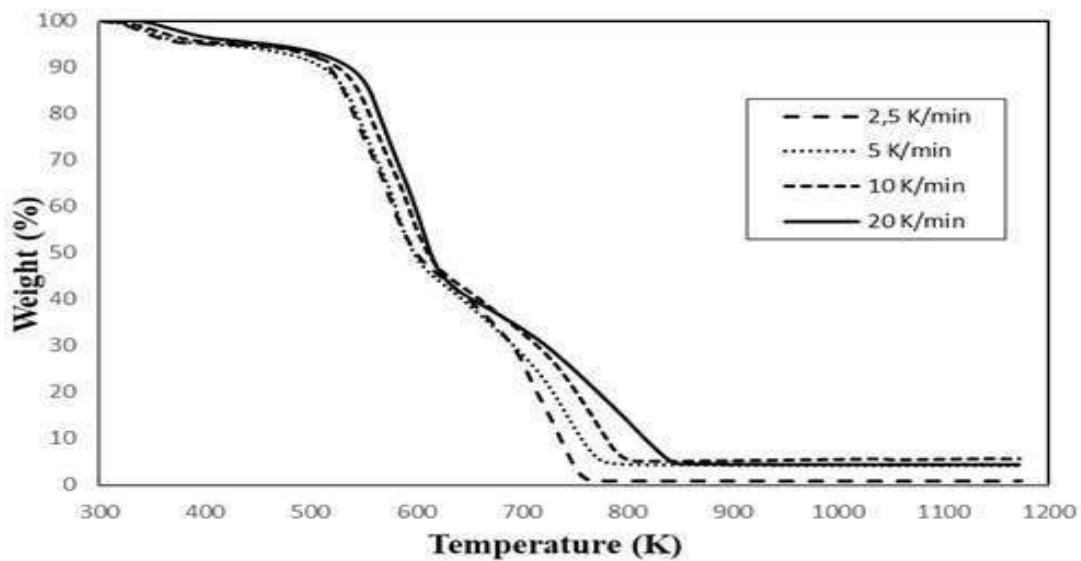
The TG-DTG curves corresponding to experiments carried out at heating rates of 2.5, 5, 10 and 20 K/min under a following air atmosphere for the decomposition peach and cherry seed in Figs 1 and 2, respectively. When the TGA diagrams given in Figs. 1 and 2 were examined for each two samples, the different slopes were determined to have three weight loss zones high substances of moisture and volatility. In the graphs, the first region is the place where are separated of substances with high humidity and volatility, and starting at 313 K and completed at 373 K, approximately The second region, where the weight loss on the TG curve is most marked, characterizes the degradation of hemicellulose and cellulose. This region starts at 513 K for seeds species and lasts up to 653 K. The third zone with slower loss of pain was identified as the thermal degradation zone of the lignin in the sample. The starting and ending temperature of the third zone were 653 K and 758 K respectively. The activation energy values were determined from the slope of the plot of  $\ln\beta$  versus  $1000/T$  (Figures 3 (a, b) for KAS method and 4(a, b) for FWO method) between 0.1 and 0.9 values of fraction. Activation energy, frequency factor and regression coefficients calculated according to FWO and KAS methods (Eqs. 1 and 2) are given in Table 1. It has been observed that there is a fluctuation in the activation energy by increasing the conversion fraction during the pyrolysis of peach and sour cherry seeds. Activation energy is changed ranges from 84.90 to 303.92 kJ/mol in the range of 0.1-0.9 conversion. The change of the activation energy with the conversion fraction is related to the thermal degradation of the components of the biomass and is related to the thermal degradation of cellulose, hemicellulose and lignin. Increases and decreases in the activation energy indicate that the pyrolysis of the seeds is driven by multiple reaction mechanisms. The regression coefficients obtained from the kinetic analysis were found between 0.9746 and 0.9999. When different kinetic methods were applied to the obtained data, the mean activation energy values calculated by KAS and FWO methods were found as 155.35 and 135.59 kJ/mol for cherry seed and 331.05 and 213.47 kJ/mol for peach seed, respectively



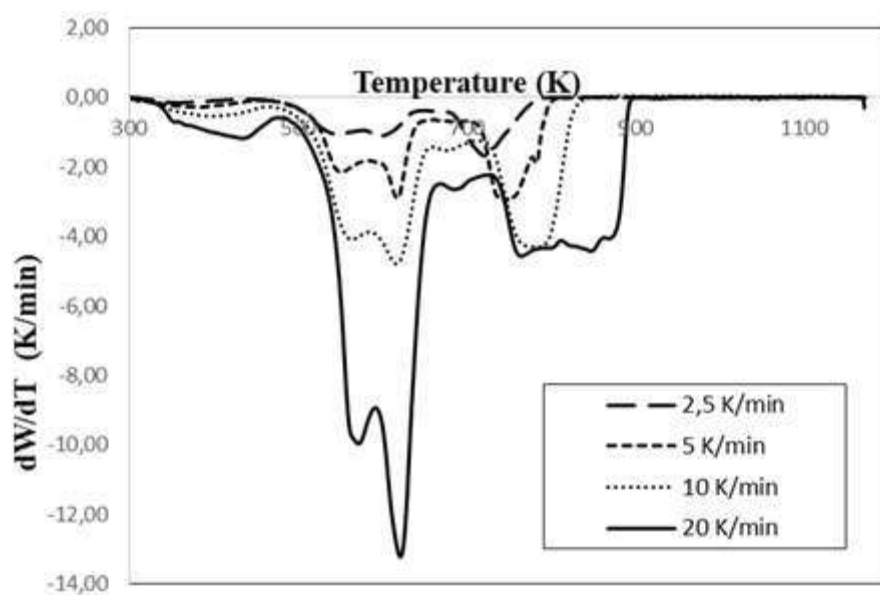
(a)

(b)

**Figure 1.** TG curves of a) cherry seed b) peach seed for different heating rates



(a)



(b)

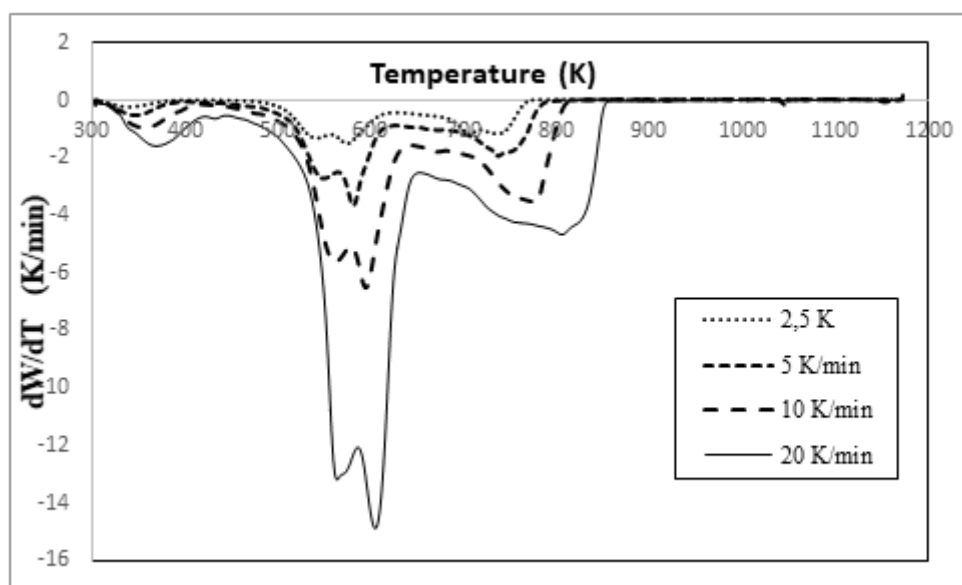
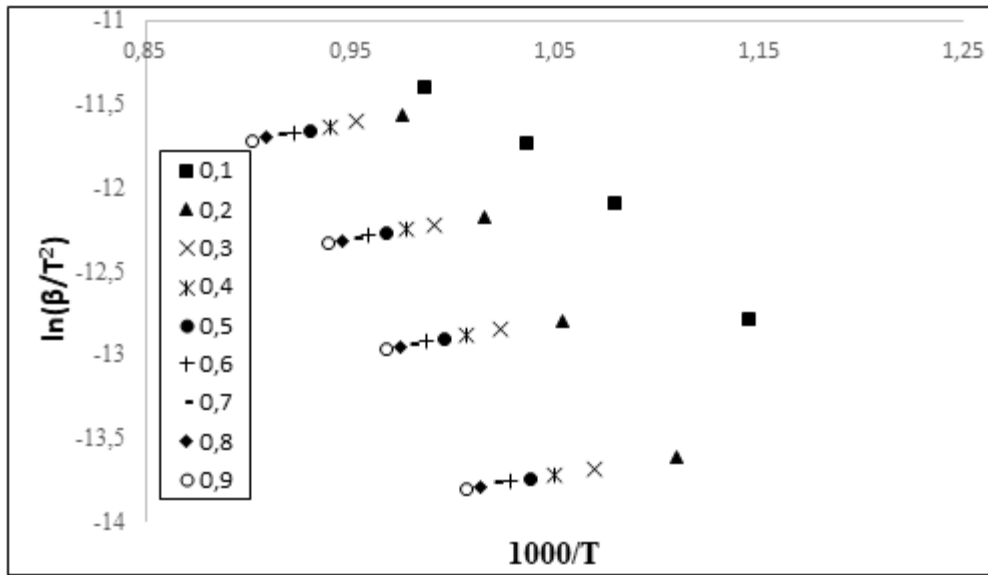


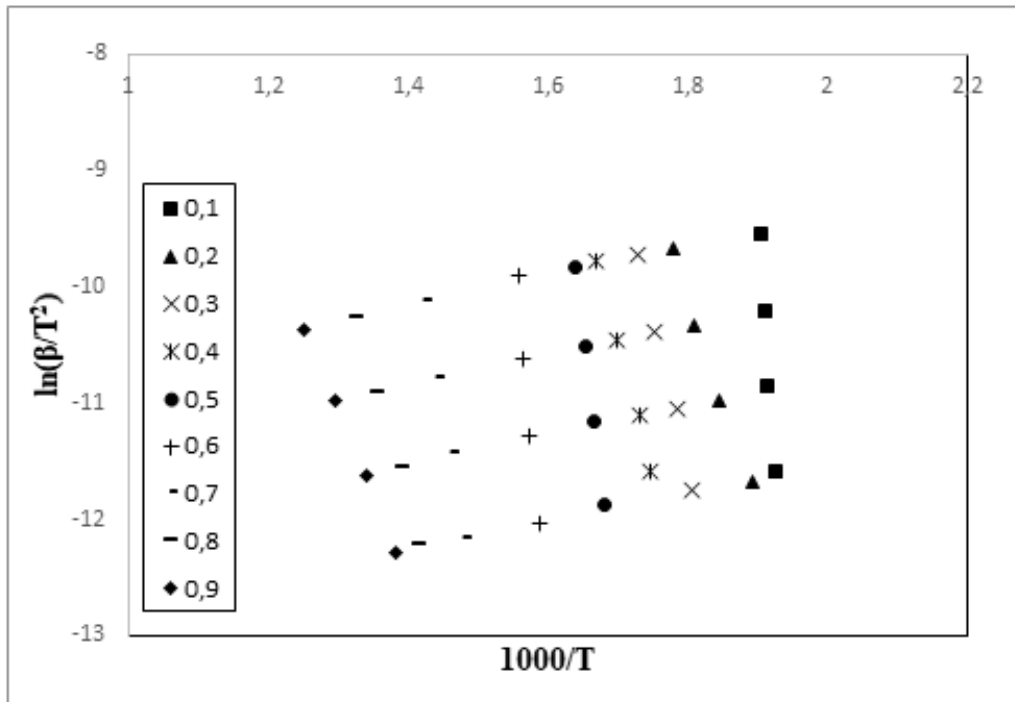


Figure 2. DTG curves of c of a) cherry seed b) peach seed for different heating rates

(a)

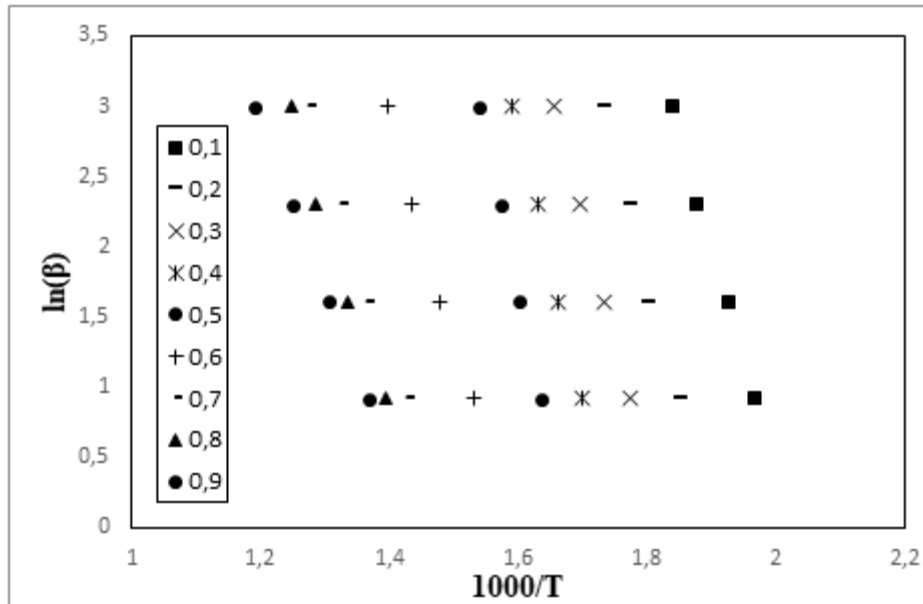


(b)

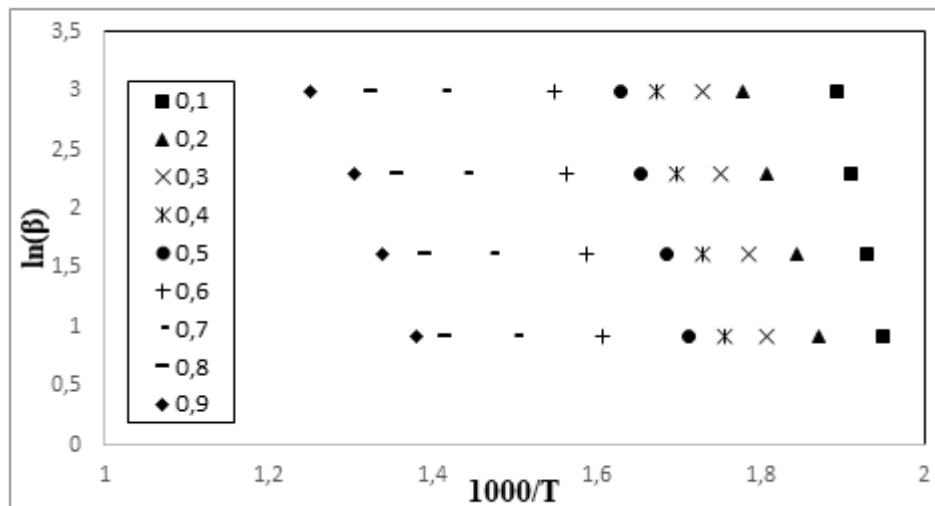


**Figure 3.** Decomposition peak temperatures variation with heating rates at given conversion fraction (a) values by the KAS method for the decomposition of a) cherry seed and b) peach seed

(a)



(b)



**Figure 4.**

Decomposition peak temperatures variation with heating rates at given conversion fraction (a) values by the FWO method for the decomposition of a) cherry seed and b) peach seed

Cherry Seed					Peach Seed			
$\alpha$	KAS		FWO		KAS		FWO	
	$E_a$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$R^2$	$E_a$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$R^2$	$E_a$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$R^2$	$E_a$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	$R^2$
0,1	138.08	0.9977	132.59	0.9958	837.64	0.9746	303.92	0.9993
0.2	199.14	0.993	145.71	0.9919	146.44	0.9903	182.97	0.996
0.3	181.79	0.998	144.40	0.9999	207.73	0.9919	215.13	0.9933
0.4	282.40	0.9999	159.64	0.9965	193.28	0.9952	208.33	0.9967
0.5	175.25	0.9988	180.72	0.9994	417.06	0.9991	205.41	0.997
0.6	104.41	0.9912	128.89	0.9945	590.34	0.9816	286.50	0.9966
0.7	114.80	0.9957	113.88	0.9932	286.41	0.9956	194.71	0.9987
0.8	99.41	0.996	116.52	0.9907	178.37	0.9931	189.42	0.9947
0.9	84.90	0.9999	97.922	0.9999	122.16	0.9987	134.85	0.9912
Average	155.3533		135.5858		331.0478		213.4711	

**Table 1.** Activation energies from KAS and FWO methods for the decomposition of cherry seed and peach seed

#### 4. CONCLUSIONS

Pyrolysis study of peach and cherry seed, which are the sources of plant biomass, are carried out under air flow rate of 10 ml.min<sup>-1</sup> and heating rates of 2.5-5-10 and 20 °C. min<sup>-1</sup> in the temperature range of 25-900 °C by means of thermal analysis techniques (TG/DTG). Three regions were determined in TG curves. (i) Separation of moisture and high volatile components (ii) Breaking of hemicellulose and cellulose (iii) Degradation of lignin at high temperature. Energy values calculated by KAS and FWO methods were found as 155.35 and 135.59 kJ/mol for cherry seed and 331.05 and 213.47 kJ/mol for peach seed, respectively

## REFERENCES

- 1.Özsina G., Eren Pütün A., TGA/MS/FT-IR study for kinetic evaluation and evolved gas analysis of a biomass/PVC co-pyrolysis process. *Energy Conversion and Management*, 182 (2019) 143–153.
2. Demirbaş A., Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. *Energy Conversion and Management*, 182 (2001) 143–153.
3. Zhang L., Xu C., Champagne P., Overview of recent advances in thermo-chemical conversion of biomass *Energy Conversion and Management* 51 (2010) 969–982.
4. Samolada M.C., Stoicos T., Vasalos I.A., An investigation of the factors controlling the pyrolysis product yield of greek wood biomass in a fluidized bed .*Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 18 (1990) 127-141.
5. Kızılca M., Copur M., Investigation of the Thermal Decomposition Kinetics of Chalcopyrite Ore Concentrate using Thermogravimetric Data, *Chemical Engineering Communications*, 203(2016), 692-704.
6. Kantürk Figen A., Sarı Yılmaz M., Pişkin S. Structural characterization and dehydration kinetics of Kırka inderite mineral: Application of non-isothermal models. *Materials characterization*, 61(2010), 640-647.
7. Kızılca M., Copur M., Thermal dehydration of colemanite: kinetics and mechanism determined using the master plots method, *Canadian Metallurgical Quarterly*, 56 (2017), 259–27.

## TRIMETHYL BORATE PRODUCTION FROM COLEMANITE MINERAL

Assist. Prof. Dr. Meltem KIZILCA CORUH<sup>1\*</sup>  
Prof. Dr. Mehmet COPUR<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Department of Chemical Engineering, Ataturk University, Erzurum, Turkey  
<sup>2</sup>Department of Chemical Engineering, Bursa Technical University, Bursa, Turkey.

### ABSTRACT

Trimethyl borate is an orthoborate and is a boron ester of chemical structure  $B(OCH_3)_3$ , which is referred to as methyl borate, or trimethoxy borane. There are very few researches in our country about the production methods of trimethyl borate, which has numerous applications in the industry. In our country, which has the largest boron reserves in the world, trimethyl borate is not produced on an industrial scale and imported from abroad. Trimethyl borate is used in the production of  $NaBH_4$ , is a hydrogen carrier and storage media, as a starting material. It is also used as additives in hydraulic liquid and lubricants, wood preservative, polymerization catalyst, welding gas in welding processes, synthesis of high borate esters, ceramic, organic synthesis. The determination of the TMB concentration in the TMB-methanol (TMB-M) azeotropic mixture is hard by the conventional analyses methods. In the present study, the trimethyl borate azeotrope of calcined colemanite mineral formed by its reaction with methanol and  $CO_2$  at different molar ratios was separated by using  $CaCl_2$  and trimethyl borate was obtained in 99,78% purity. It was proved by FTIR spectrophotometer, UV-Visible spectrophotometer and GC-MS and NMR analyzes that the obtained trimethyl borate was in high purity. Therefore it was aimed with this study that to develop a technique for the fast and accurate determination of unknown concentration of the TMB in the TMB-M azeotropic mixture.

**Keywords:** Trimethyl borate, methanol, azeotrop, FTIR, UV, GC-MS and NMR

## 1. INTRODUCTION

Trimethyl borate is an orthoborate and is a boron ester of chemical structure of  $B(OCH_3)_3$ , which is referred to as methyl borate, or trimethoxy borane. Trimethyl borate is generally supplied by manufacturers as an azeotrope with 98% and above purity, dissolved in acetone or with as an azeotropic mixture of containing approximately 30% methanol. There are very few researches in our country about the production methods of trimethyl borate, which has numerous applications in the industry. In our country which has the largest boron reserve in the world, trimethyl borate is not produced on an industrial scale and imported from abroad. Trimethyl borate is mainly used in the production of alkali metal borohydride compounds, which have a significant amount of hydrogen storage and have the potential to be used in fuel cells. In addition trimethyl borate (TMB); It is used as a flame retardant in the cotton weaving industry, as a modifier in the oxidation of hydrocarbons, as a lubricant in hydrolic liquids, in the production of surface protective coatings in some materials (such as wood products), in the production of silicate glass and polyborates from alcohoxides [1,2].

In the esterification reactions in which TMB is obtained as a boron source is not the cheapest but the cheapest production raw material is selected. This is because TMB production using cheap boron resources is more disadvantageous in terms of, production cost and ease production with the more expensive boron resources. In addition to this production techniques and technologies may effect this boron source selection [3, 4, 5]. Trimethyl borate production generally consists of the reaction, water and trimethyl borate-methanol azeotrope separation from the reaction products, and methanol separation from the azeotrope mixture. These stages can be changed according to the selected boron source and the method used. In the reaction step, methanol is reacted with boron source to give trimethyl borate and water. The production of methyl borate esters have been investigated for many years. There are a few studies about TMB and TMB-M azeotrope in the literature except patents. Generally, boric acid, calcined boric acid and borax were used as boron source in the literature [6, 7, 8, 9, 10, 11].

The purpose of this study is to investigate the synthesis of trimethyl borate by reacting colemanite ore with methanol at the optimum conditions and characterize the product by means of FTIR spectrophotometer, UV-Visible spectrophotometer and GC-MS and NMR and titrimetric method.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. MATERIALS

The colemanite mineral used in the study was sourced from the region of Kestelek, Bursa, in Turkey. The ore was crushed, ground, and then sieved using 63  $\mu\text{m}$  (230 mesh) ASTM Standard sieves to achieve uniform size. The chemical analysis of the colemanite minerals, as determined by volumetric, is given in Table 1.

**Table 1.** Chemical analysis of colemanite mineral

Component	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	H <sub>2</sub> O	Other oxides
%	44.20	26.75	22.20	6.40

### 2.1. METHODS

In this study the esterification reaction of colemanite ore with methyl alcohol was carried out with equipment 500 ml distillation balloon, non-jacketed vigreux type distillation column, flat back cooler, thermometer and magnetic stirrer Trimethyl borate was distilled in the form of an azeotrope with methanol, using the Vigreux distillation column. For separation of azeotrope, inorganic salts of calcium chloride was used. Azeotrope was separated in two layers one of which consist of almost pure trimethyl borate which can be successively rectified. The trimethyl borate content was determined by titrimetric method. The obtained product was identified by FTIR spectrophotometer, UV-Visible spectrophotometer and GC-MS and NMR analysis.

### 2.3. CHARACTERIZATION

The structural and morphological properties of the samples were characterized by FTIR spectrophotometer, UV-Visible spectrophotometer and GC-MS and NMR analysis techniques.

The FT-IR spectrum was performed with a Perkin Elmer spectrometer at the wavelength region between 4000–450  $\text{cm}^{-1}$  with 10 scans and the resolution of 8  $\text{cm}^{-1}$ .

UV analysis was performed with UNICAM UV2-100 UV / Visible Spectrophotometer.

GS-MS analysis was performed with Thermofinnigan Trace GC / A1300 and SGE / BPX5 MS combined equipment.

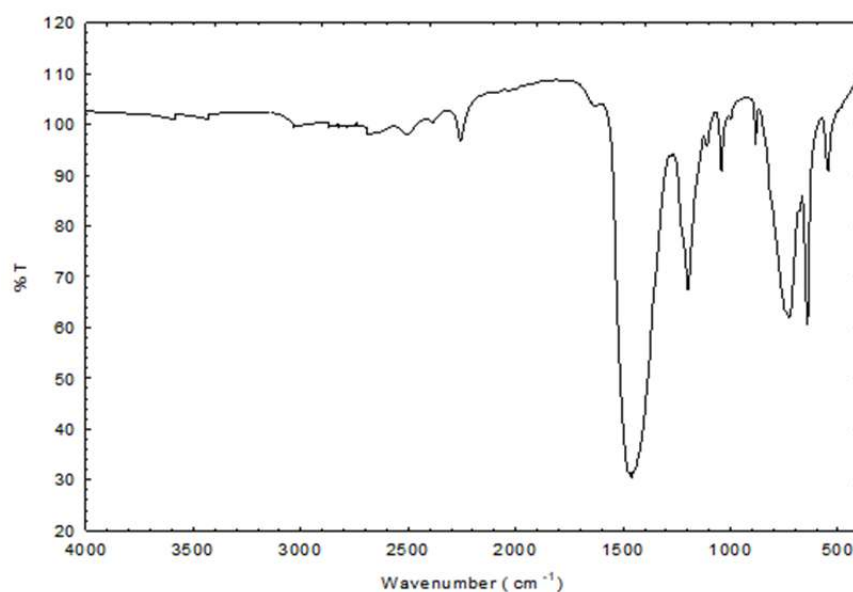
<sup>11</sup>B-NMR, <sup>13</sup>C-NMR and <sup>1</sup>H-NMR measurements was performed with Bruker 400 NMR spectrometer.

### 3. RESULT AND DISCUSSION

The density, mass volume, number of moles, mass, mass percentage and concentration of the purified sample were calculated (Table 2) and the amount of TMB contained in this solution; FTIR spectrophotometer was determined by UV-GB spectrophotometer, GS-MS and NMR. In addition, in order to compare characteristic properties of reference trimethyl borate and purified product trimethyl borate FTIR spectrophotometer, UV-Visible spectrophotometer and GC-MS and NMR analysis was performed. FT-IR spectrum of reference material and purified product was given in Figs 1 and 2, respectively.

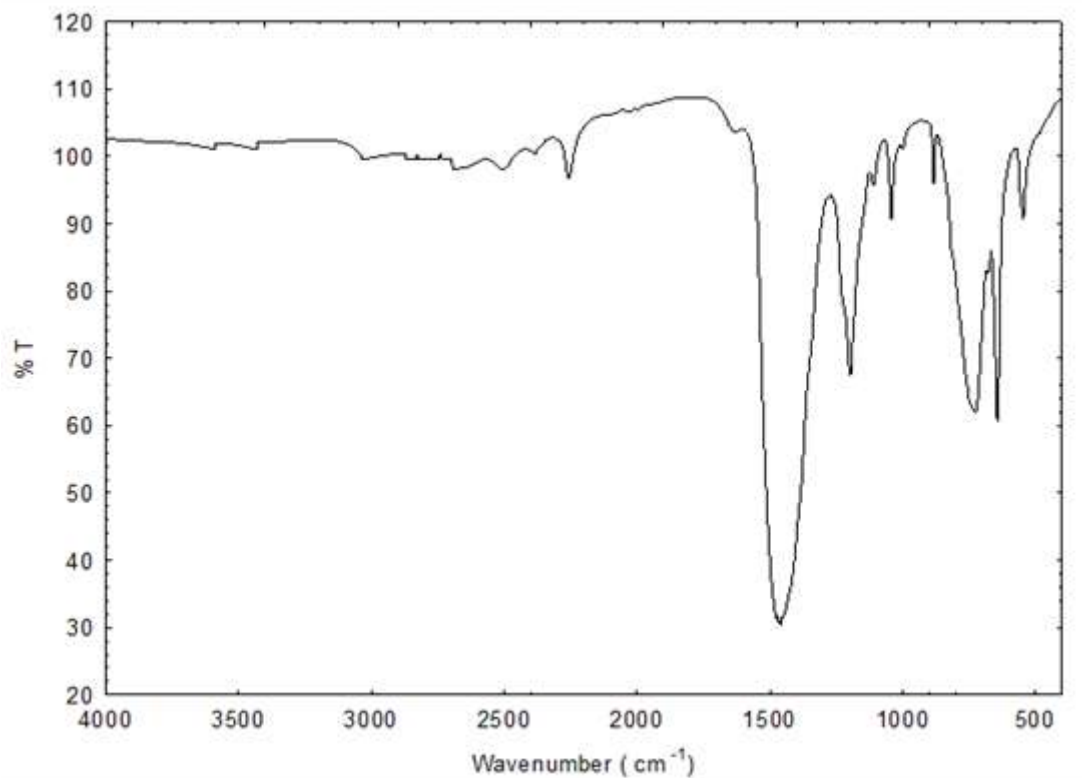
**Table 2.** Values obtained in the experiment made as a result of purification

$V_{product}$	$d_{product}$	$m_{product}$	$n_{TMB}$	$m_{TMB}$	TMB (w/w %)	$C_{TMB}$
(mL)	(g/L)	(g)	(mol)	(g)		(mol/L)
5	920,12	4,601	0,044	4,5948	99,87	8,8358



**Figure 1.** FT-IR spectrum of reference material

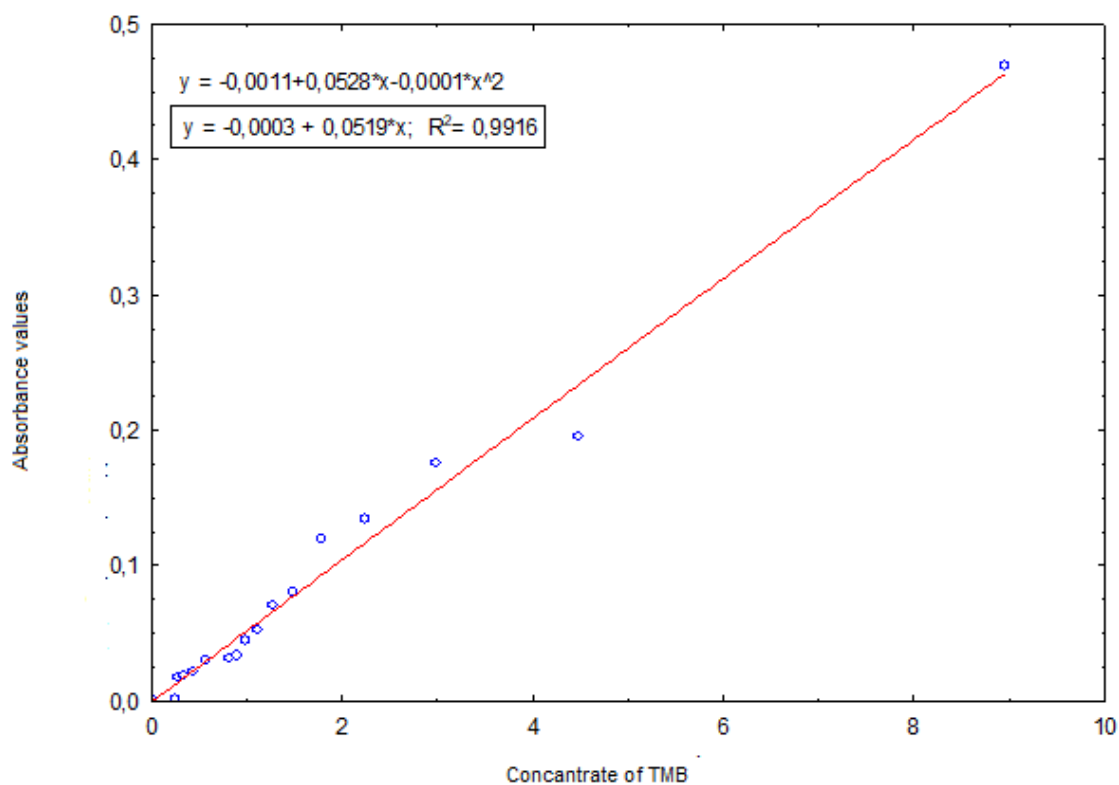




**Figure 2.** FT-IR spectrum of purified product

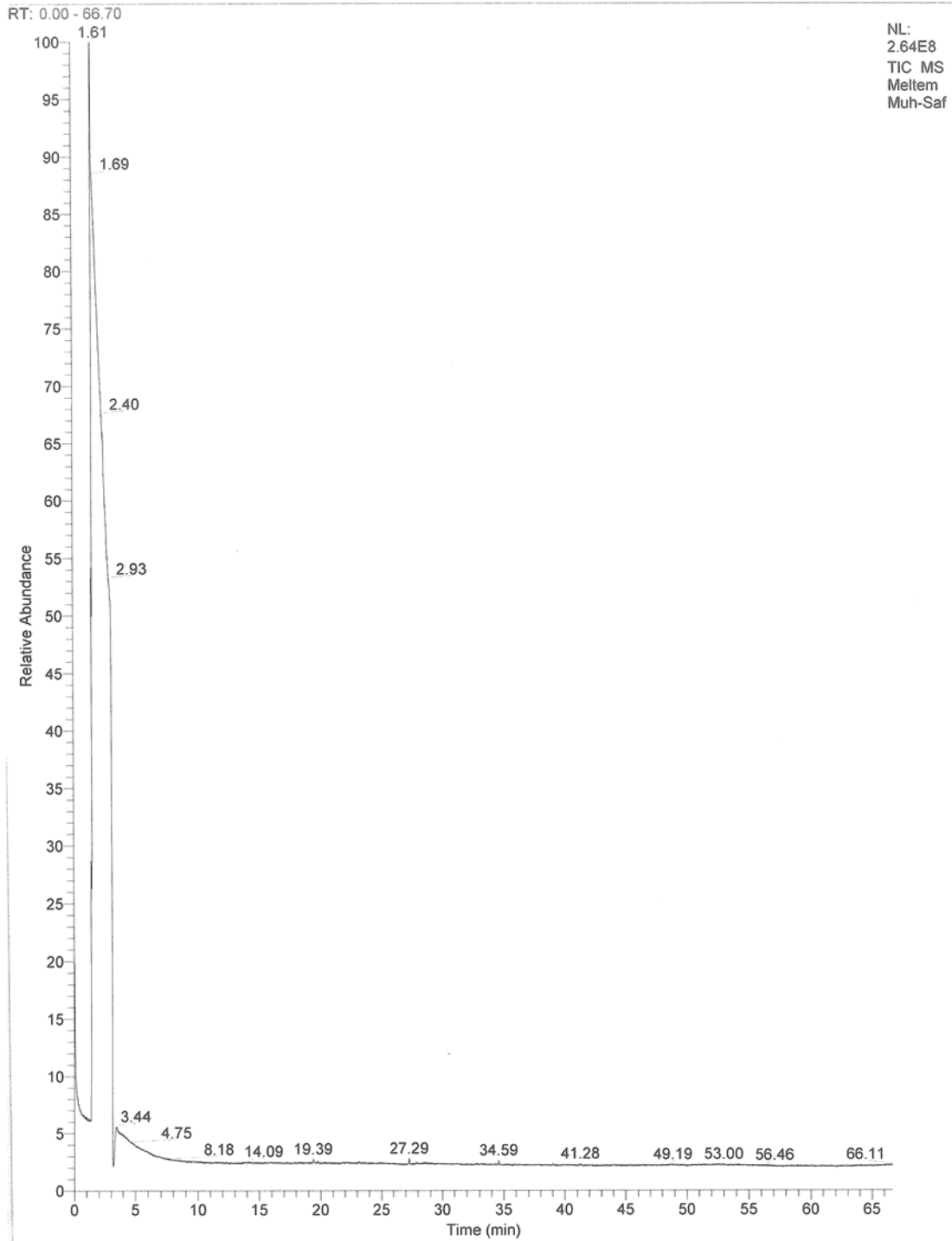
According to Figs. 1 and 2, it appears that the purified sample contains a large amount of trialkyl borates or boron oxygen group and the O-H group is absent. The absence of the O-H group indicates that the methanol was completely removed and the sample was pure TMB.

The absorbance values were determined by using UV-GB spectroscopy for the purified sample and the amount of TMB in the analyzed sample was determined by using these values and calibration graph (Fig. 3). The absorbance value of the sample according to Fig. 3 was read as 0.4629. The concentration of TMB corresponding to this value was found to be 8.94 mol / L. The concentration for commercially purchased trimmed borate with  $\geq 99.9\%$  purity is 8.96. According to the result, the amount of TMB in the sample is 99.78%.



**Figure 3.** UV-GB spectrophotometer calibration curve

The retention time of the sample peak obtained as a result of the purification process according to Fig.5.a is 1.64. The retention time of the pure trimethylborate (Fig.4) is 1.61. The MS peaks taken according to the retention time of reference material and purified product also overlap



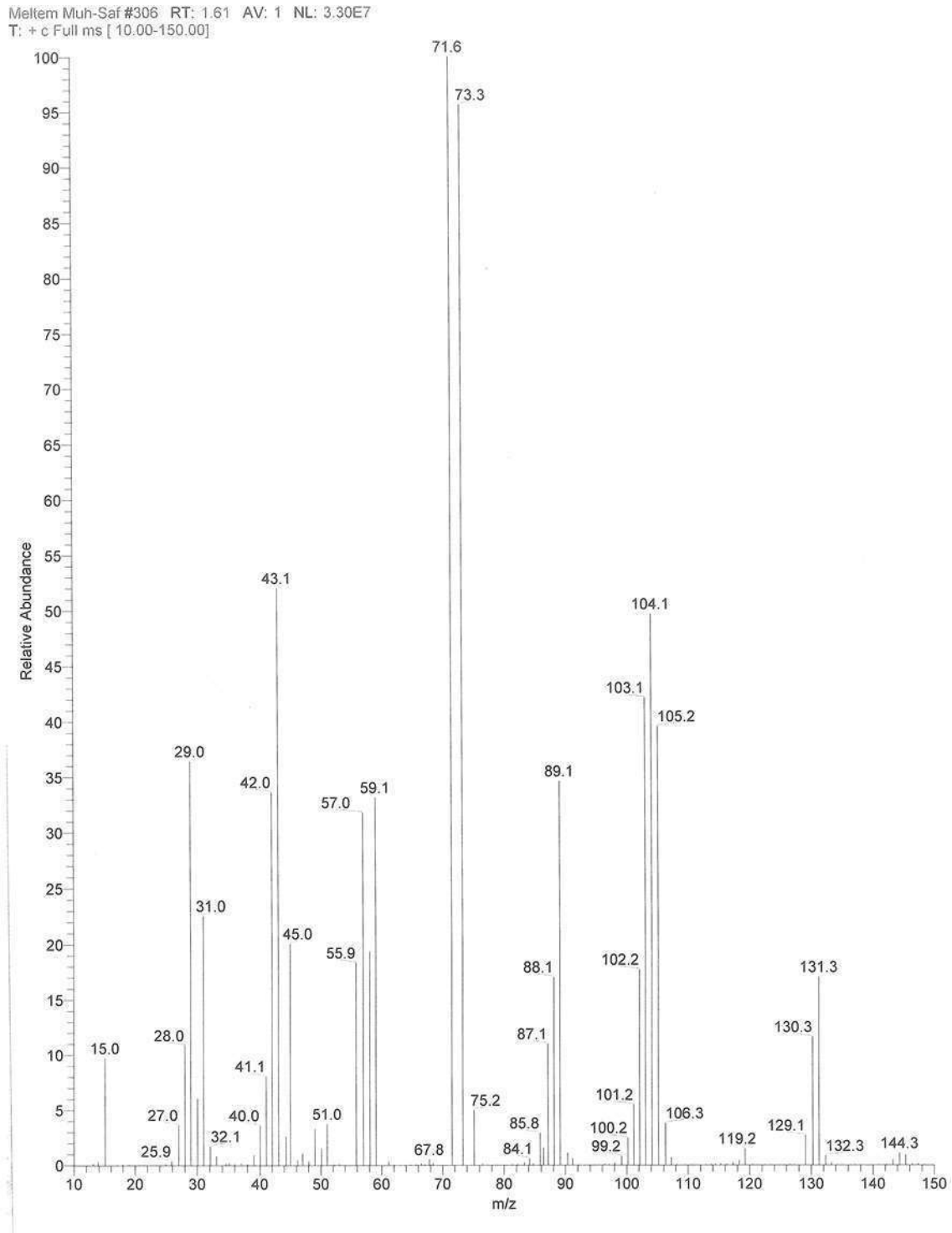
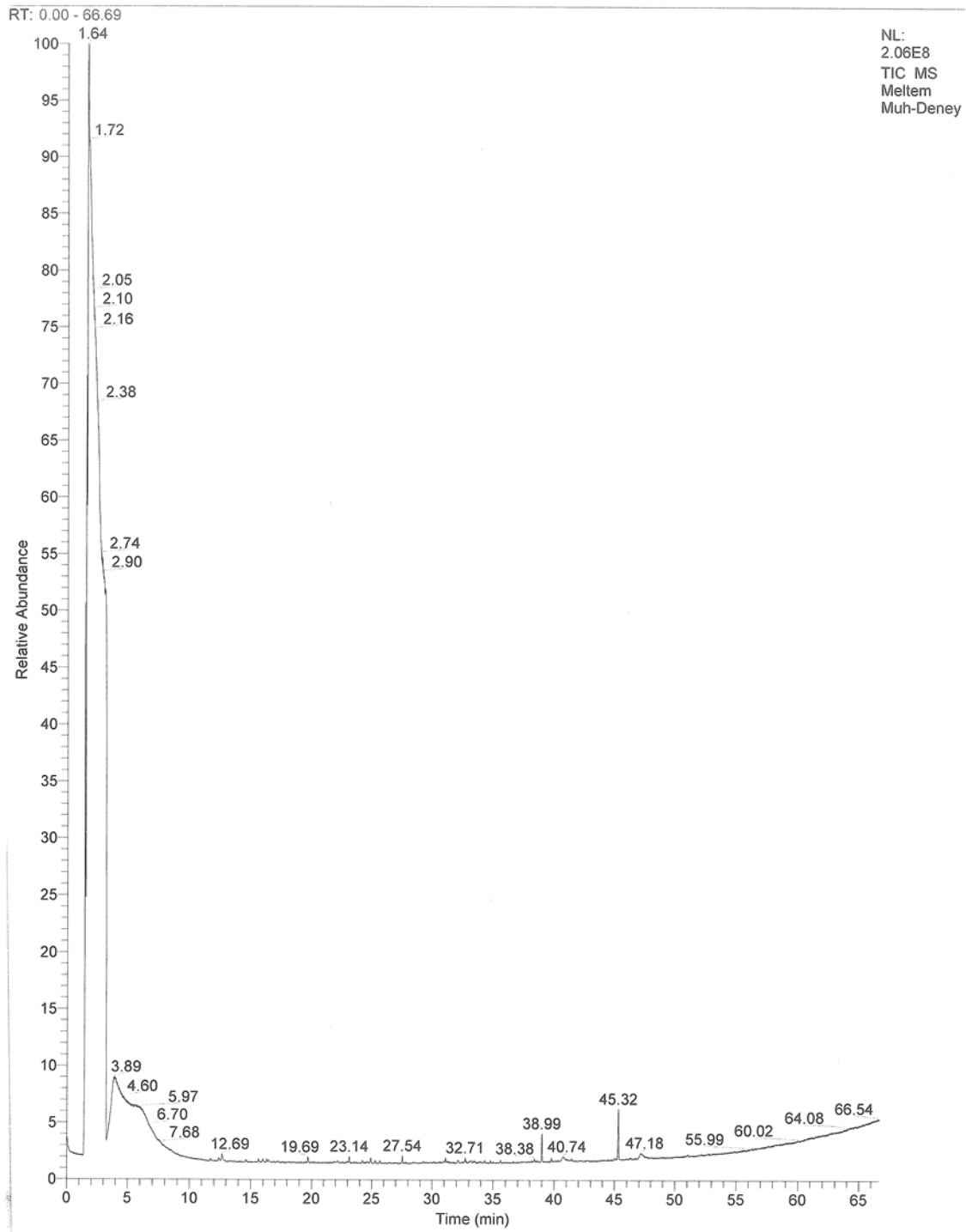


Figure 4. FT-IR spectrum of reference material



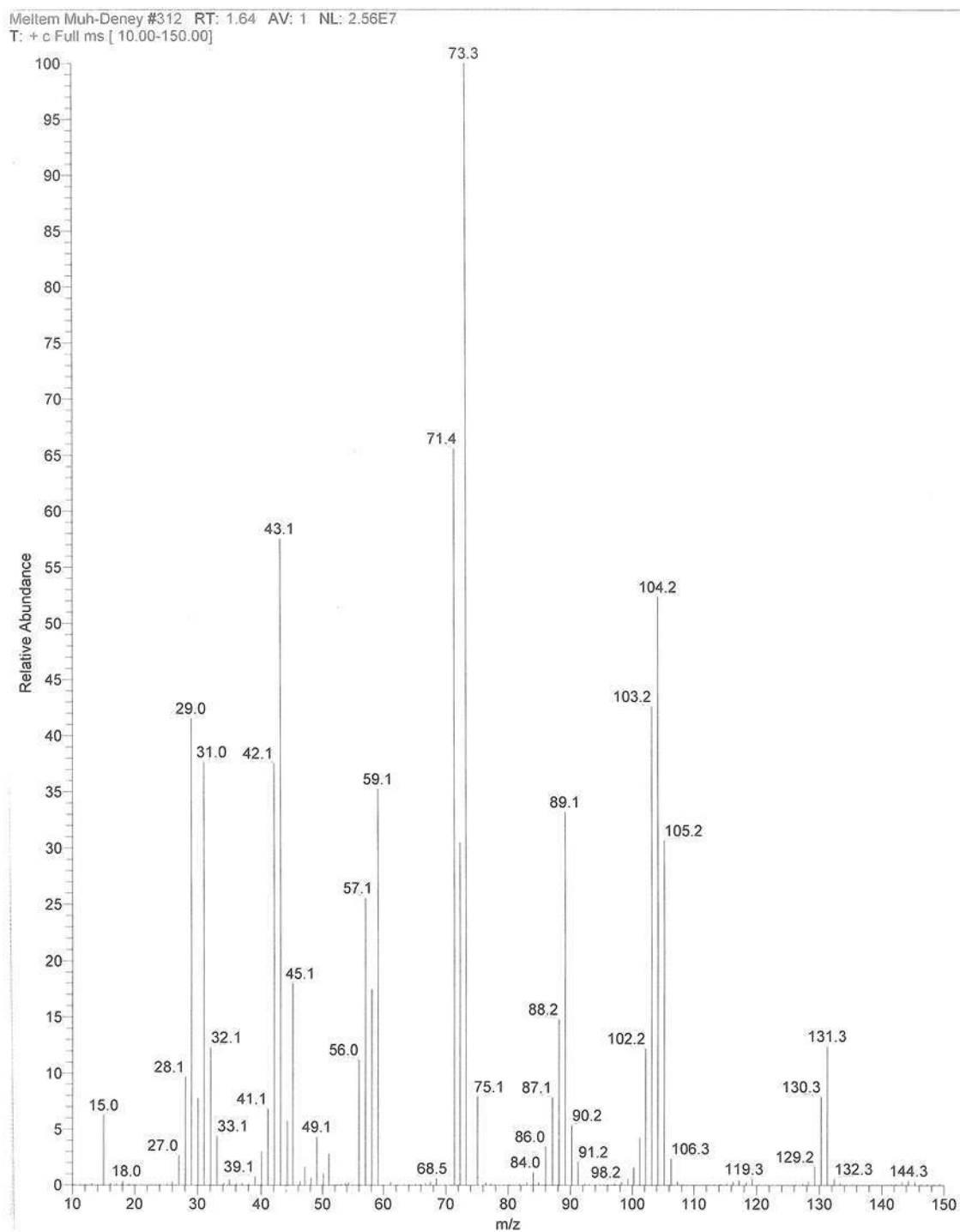
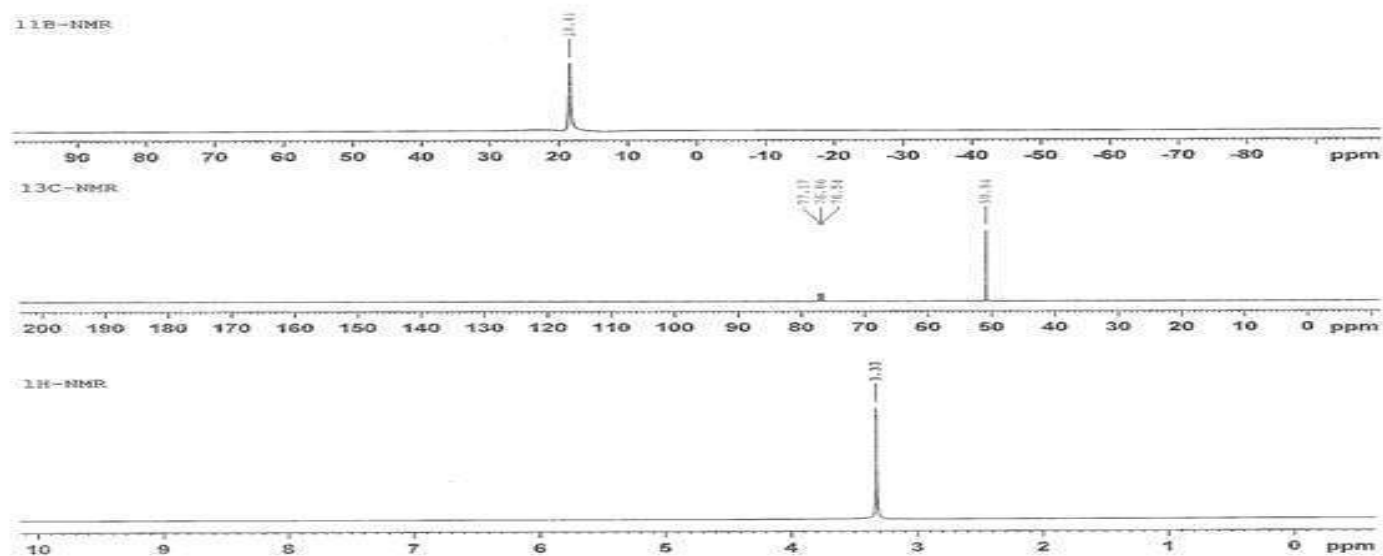
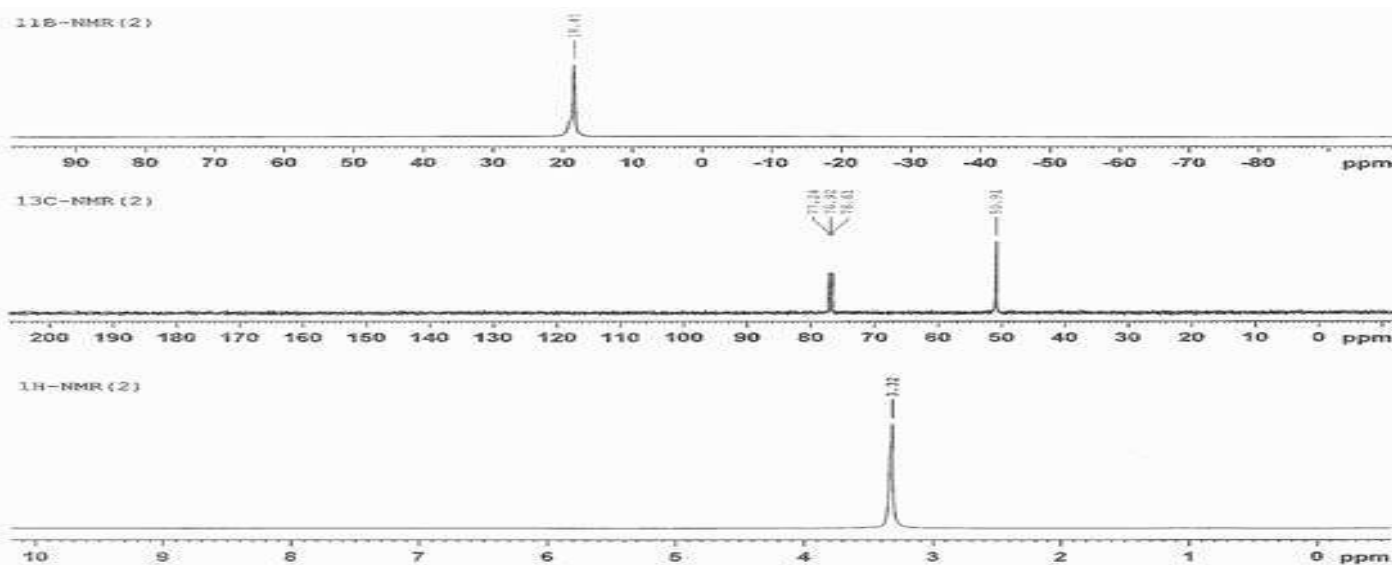


Figure 5. GS-MS spectrum of purified product



**Figure 6.** NMR spectrum of reference material



**Figure 7.** NMR spectrum of purified product

When the NMR peaks are examined, it is seen that the peaks of the purified sample overlap with the peaks of the pure sample.

#### 4. CONCLUSIONS

In the present study, trimethyl borate was synthesized according to an esterification reaction. The production process consists of three stages: a) Colemanite ore and methanol were all reacted to produce azeotrope b) The azeotrope treated with calcium chloride to obtain pure product c) The obtained product was distilled again for increasing purity. The resulted product was identified as trimethyl borate by FTIR spectrophotometer, UV-Visible spectrophotometer and GC-MS and NMR analysis techniques. TMB was obtained with a purity of 99.87%. Compared to the FT-IR, UV-GB, GS-MS and NMR analyzes of the purified product and the reference material (approximately %99.9), the exact overlap of the conclusions and high purity of the desired TMB was obtained.



## REFERENCES

- 1.Çakanyıldırım, Ç.,Gürü, M. Alternative Energy Storage Key Component Trimethyl Borate: Synthesis, Dehydration And Kinetic Parameters. J. of Thermal Science and Technology, 35 (2015), 53-57.
2. Kim J., Lee H., Han S., Kim H., Song M., Lee J. Production of hydrogen from sodium borohydride in alkaline solution: development of catalyst with high performance. Int. J. Hydrogen Energ. 29 (2004), 263.
3. Jeong S.U., Kim R.K, Cho E.A., Kim H.J., Nam S.W., Oh I.H., Hong S.A., Kim S. H.. A study on hydrogen generation from NaBH<sub>4</sub> solution using the high-performance Co-B catalyst. Power Sources144 (2005), 129-1341.
4. Schlesinger, H. I., Brown, H. C., Finholt, A. E., The Preparation of Sodium Borohydride by the High Temperature Reaction of Sodium Hydride With Borate Esters, J. Am. Chem. Soc., 75 (1953), 205.
5. Schlesinger, H. I., Brown, H. C., Mayfield D. L., Gilbreath, J. R., Procedures of Preparation of Methyl Borate, J. Am. Chem. Soc., 75 (1953), 213.
6. Webster, S. H., Dennis, L. M., Preparation and Purification of Methyl and Ethyl Borate, J. Am. Chem., 55(1933), 3233.
7. Tyson, G. N., "Preparation of Borate Esters", Olin Mathieson Chemical Corporation, U.S. pat. 2884440 (1959)
8. Bowman, C. M., Watson, E. J., Method for the Preparation of Methyl Borate, The Dow Chemical Company, U.S. pat. 2976313 (1961).
9. Mason R. G., Improvements in or Relating to the Production of Trimethyl Borate, A. Boake Roberts and Company Limited, Brit. pat. 818062 (1959).
10. Appel, F. J., Manufacture of Methyl Borate, E. I. du Pont de Nemours & Company, U.S. pat. 2217354 (1940).
11. Gaállová J., Vojtek L., Lasnier S., Tadic T., Sýkora J., Izák P. Separation of Trimethyl Borate from a Liquid Mixture by Pervaporation Chem. Eng. Technol. 42 (2019), 769–773

## PEM YAKIT PİLLERİNDE KULLANILAN GRAFEN VE GRAFEN BAZLI MALZEMELER

Meryem Samancı<sup>1</sup>, Doç. Dr. Ayşe Bayrakçeken Yurtcan<sup>1,2</sup>

Atatürk Üniversitesi, <sup>1</sup>Kimya Mühendisliği Bölümü, <sup>2</sup>Nanobilim ve Nanomühendislik Bölümü

### ÖZET

Yakıt pilleri, yüksek enerji dönüşüm verimliliği, düşük çalışma sıcaklığı, düşük kirletici emisyonu, kolay yakıt temini ve kullanım kolaylığı nedeniyle mobil ve sabit uygulamalar için en umut verici güç kaynaklarından biri olarak kabul edilmektedir. Yakıt pilleri, kimyasal enerjiyi bir yakıttan, oksijenden veya diğer oksitleyici ajanlardan elektriğe dönüştüren bir cihazdır. Farklı yakıt pili tipleri arasında, proton değişim membranlı (PEM) yakıt pili, düşük çalışma sıcaklığı, katı hal elektroliti ve kompaktlığı nedeniyle mobil uygulamalarda büyük potansiyel göstermiştir. Çoğunlukla, karbon destekli Pt bazlı katalizörler PEM yakıt pillerinde elektrot olarak kullanılır. Yüksek elektriksel iletkenlik ve yüksek yüzey alanı, PEM yakıt pillerinde kullanılan karbon destekleri için gerekli özelliklerdir. PEM yakıt pillerinin maliyetini azaltmak, aktivitesini ve kararlılığını artırmak için elektrokatalizörlerin tasarımında ve sentezinde yeni destek malzemelerine ihtiyaç vardır. Son zamanlarda, grafen ve grafen bazlı malzemeler, PEM yakıt pillerinde destek malzemeleri olarak kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Çünkü grafen ve grafen bazlı malzemeler, benzersiz özelliklerinden dolayı gelişmiş nanoyapılardır. Bu çalışmada, PEM yakıt pillerinde kullanılan grafen ve grafen bazlı malzemeler yapısal farklılıkları göz önüne alınarak özetlenecektir.

**Anahtar Kelimeler:** PEM yakıt pili, grafen, karbon, katalizör

## GRAPHENE AND GRAPHENE BASED MATERIALS USED IN PEM FUEL CELLS

Meryem Samancı<sup>1</sup>, Assoc. Prof. Dr. Ayşe Bayrakçeken Yurtcan<sup>1,2</sup>

Ataturk University, <sup>1</sup>Dept. of Chemical Engineering, <sup>2</sup>Dept. of Nanoscience and Nanoengineering,

### ABSTRACT

Fuel cells are considered to be one of the most promising power supplies for mobile and stationary applications due to their high energy conversion efficiency, low operating temperature, low pollutant emission, easy fuel supply and ease of use. The fuel cell is a device that converts chemical energy from a fuel, oxygen or other oxidizing agent into electricity. Among the different types of fuel cells, the proton exchange membrane (PEM) fuel cell has shown great potential in mobile applications due to its low operating temperature, solid state electrolyte and compactness. Mostly, carbon supported Pt based catalysts are used as electrodes in PEM fuel cells. High electrical conductivity and high surface area are the required properties needed for carbon supports used in PEM fuel cells. There is a need for new support materials in the design and synthesis of electrocatalysts to decrease the cost of PEM fuel cells, increase the activity and stability of the catalysts. Lately, graphene and graphene-based materials have been extensively studied as support materials in PEM fuel cells. Because

graphene and graphene based materials are advanced nanostructures due to their unique properties. In this study, graphene and graphene based materials used in PEM fuel cells will be summarized by taking into account their structural differences.

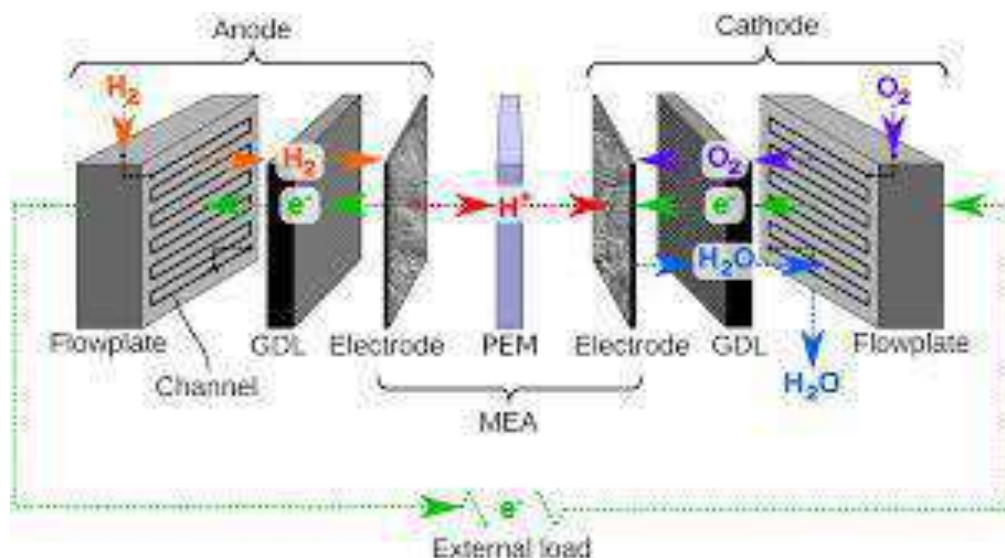
**Keywords:** PEM fuel cell, graphene, carbon, catalyst

## 1. INTRODUCTION

Hydrocarbon fossil fuels such as petroleum oil, coal and natural gas constitute the most important part of global electricity production. However, increased consumption and rapid depletion of fossil fuels due to penetration and technology have made widespread use of renewable energy such as wind energy, tidal energy and solar energy for the last decade. In order to ensure the widespread use of renewable energies, high efficiency storage and conversion technologies are required. In order to increase the energy and power density of energy conversion and storage devices, great efforts have been made to synthesize advanced electrode materials with special structure, composition and morphology (Zhu et al.,2014).

Polymer electrolyte membrane (PEM) fuel cells are electrochemical energy conversion devices that have attracted the researchers in recent years as a power source for traffic, portable and stationary as well as other small computers. PEM fuel cells having high power density, low weight, volume, cost, operating temperature, quick start up properties without corrosion due to electrolyte and having their other advantages, is attracting most attention in general fuel cells. However, despite this effort, the costs and durability problems associated with materials and components still prevent the commercialization of PEM fuel cells (L. Gubler et al.,2008).

The main parts of a practical PEM fuel cell are shown in Figure 1. The membrane electrode assembly (MEA) consists of a polymer membrane with electrodes and gas diffusion layers. Each electrode consists essentially of a layer of catalyst particles (usually platinum deposited on the surface of larger carbon support powder particles) and is connected to either the membrane or gas diffusion layer. It is made of a porous and electrically conductive material, such as carbon fabric, to provide the reactants for diffusion through the gas diffusion layer and to diffuse through the MEA and to obtain the current obtained by providing electrical contact between the electrode and the outer bipolar plate. Moreover, it allows the water formed in the cathode to escape to the gas channels (Gou et al.,2009).



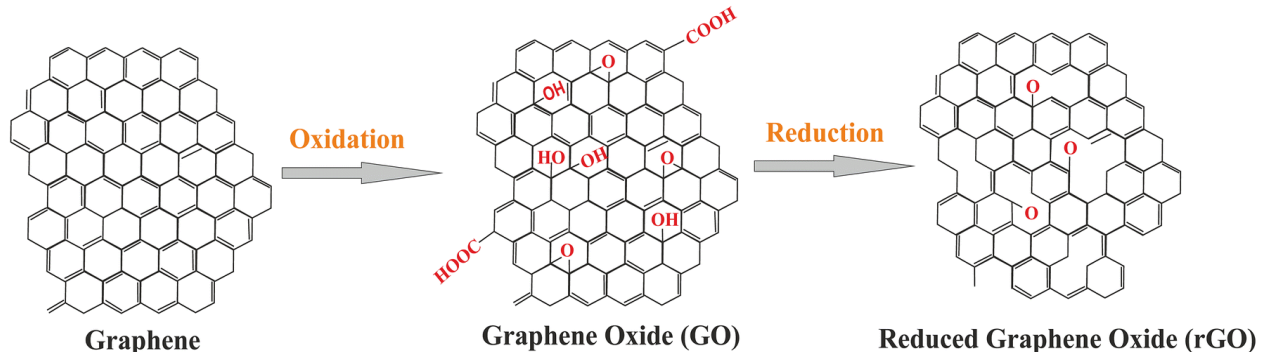
**Figure 1.** Representative representation of a fuel cell (Davies K.,2014).

Graphene and graphene substrate materials have the desired functionality as alternative electrode materials with unique mechanical properties such as high mechanical flexibility, high surface area, chemical stability, superior electrical and thermal conductivity. Therefore graphene is a promising alternative to most fuel cell materials (Hou et al.,2011).

As a carbon allotrope, the most obvious use for graphene is the catalyst support. In general, the catalyst support materials should have special properties such as:

- (i) high specific surface area improving the distribution of catalytic metals,
- (ii) chemical stability under oxidative and reducing conditions at relevant temperatures (150 °C or less for PEM fuel cells),
- (iii) high electrochemical stability under fuel cell operating conditions,
- (iv) high conductivity and
- (v) easy recovery of Pt in the catalyst used.

In this research, the use of graphene, graphene oxide, reduced graphene oxide and graphene aerogel structures in PEM fuel cells have been discussed. Graphene derivatives containing oxygen functional groups such as graphene oxide (GO) and reduced graphene oxide (RGO) can be used as attractive substrates for the binding of various organic or inorganic species, this provides an opportunity for the construction of graphene-based porous materials (figure 2).



**Figure 2.** Graphene structures (Priyadarsini et al.,2018)

Graphene based nanomaterials are promising candidates for metal-free electrocatalysts as well as excellent catalyst support properties. In addition, catalytic ORR activity and durability can be highly improved by incorporating heteroatoms such as N, B, S and Se into graphene structures. Since these heteroatoms have electron properties different from carbon, they can effectively adjust the surface chemistry with different defects and alter their electrochemical properties (Zhou et al.,2014).

## 2. RESULTS AND DISCUSSION

## 2.1. Graphene (G)

In the last few years, graphene (one or several layers of two-dimensional (2D)  $sp^2$ -bonded carbon sheets), mechanical flexibility, load bearing mobility, high surface area, good chemical stability, optical transparency, high electrical and thermal conductivity it attracted the attention of researchers (figure 2). As a rising star in materials science and technology, graphene is thought to have the potential to solve vital problems in energy research and contribute to the establishment of a sustainable energy generation system where renewable energies can be used efficiently.

Although the theoretical specific surface area of a single graphene sheet is  $2630 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ , the experimentally accessible surface areas of the graphene materials are substantially below this value due to the tendency of the graphene leaves to become agglomerated. For example, the reported surface area for graphite (80 mesh), a naturally occurring aggregate for graphene, is only  $3.46 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ . Therefore, the production of graphene as porous structures is an effective strategy to counteract the stacking behavior of graphene layers and to obtain high surface area graphene materials.

The porous materials formed from graphene have several distinct advantages over other porous carbon materials. First, it allows to increase the high mechanical strength and stability of graphene porous structures with high aspect ratio. It also prevents shrinkage or collapse of these structures. Second, the excellent thermal and chemical stability of graphene can make these porous materials withstand harsh conditions. Third, the channels in these porous materials are suitable for the rapid diffusion of electrolytes, and the superior electrical conductivity of the graphene serves as an ideal current collector for fast transport of loads within the porous structures. Fourth, graphene derivatives containing oxygen functional groups such as graphene oxide (GO) and reduced graphene oxide (RGO) can be used as attractive substrates for the binding of various organic or inorganic species. This also provides an opportunity for the construction of graphene-based porous materials such as graphene aerogel. For porous electrodes used in PEM fuel cells, the specific surface area of the catalyst support is a critical factor (Hou et al.,2011).

Park et al. prepared and characterized cathode electrodes using Pt with different carbon black (CB) content supported on graphene (G) sheets in the catalyst layer. The proton exchange membrane added carbon black as a gap between two-dimensional graphene layers in the catalyst layer to examine the effect of the fuel cell on its performance. As a result, it has shown that carbon black effectively replaces the graphene support sequence, resulting in better mass transport of more Pt nanoparticles in the catalyst layer for the electrochemical reaction (table 1).

**Table 1.** Cathode electrodes prepared and characterized using Pt with different carbon black (CB) content supported on layers of graphene (G) (Park et al.,2011).

Materials	Electrochemical Surface Area (ESA) ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	Double-Layer Capacitance ( $C_{dl}$ ) ( $\text{F}/\text{cm}^2$ )	Current Density ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )	Mass Activity ( $\text{A}/\text{g}$ )	Charge Transfer Resistance of the Catalyst ( $R_{ct}$ ) ( $\text{ohm}/\text{cm}^2$ )
Pt/G/0 wt% CB	~32	~0.07	3.015	~10	~15
Pt/G/10 wt% CB	~38	~0.15	3.459	-	-
Pt/G/25 wt% CB	~49	~0.16	2.767	~38	~4.7
Pt/G/50 wt% CB	~41	~0.21	2.735	-	-

Wu et al. have synthesized a durable alternative support material for Pt nanoparticle catalysts with graphene nanosheet for better oxygen reduction reaction in proton exchange membrane (PEM) fuel cells and compared them with XC-72. The electrochemical surface oxidation of XC-72, graphene, Pt/XC-72 and Pt/graphene was compared after 120 hours. The electrochemical performance of the samples was evaluated by cyclic voltammetry and linear sweep voltammetry at different surface oxidation time intervals. Electrochemical measurements show that graphene is vital and electrochemical resistance is greatly increased. Graphene nanosheet has been proposed as a promising, low cost and durable electrocatalyst support for the reduction of oxygen in the PEM fuel cell (Wu et al.,2011).

## 2.2. Graphene Oxide (GO)

It is very difficult to mix the intact graphene sheets with other functional composites. To overcome this challenge, the processable oxygen-doped graphene (GO) solution was used as a starting material for processed graphene. The GO prepared in the liquid phase usually contains some structural defects and functional groups containing residual oxygen (He et al.,2016) (containing carboxyl, carbonyl, hydroxyl and epoxide groups functionalities). It has a hydrophilic structure. Graphene oxide (GO) is prepared by several methods (figure 2). The most commonly used method is the Hummer method (Hummers Jr. et al.,1958).

Lei et al. reported that the rapid decline in cell performance for the proton exchange membrane fuel cell remains a major challenge. Therefore, the proton exchange membrane has developed new CeO<sub>2</sub> nanocubes-graphene oxide nanocomposites as a durable and highly active catalyst support for the fuel cell (table 2). They showed that the use of CeO<sub>2</sub> as a radical scavenger in the catalysts greatly improved the resistance of the catalyst. The excellent stability of the Pt-CeO<sub>2</sub> nanocouples-graphene oxide catalyst significantly reduced the chemical degradation of the Nafion binder in the catalytic layers and then reduced the degradation of the Pt catalysts to the free radical scavenging activity. In addition, Pt-CeO<sub>2</sub>-graphene oxide nanocomposite catalysts have excellent cycle life (Lei et al.,2014).

**Table 2.** Electrochemical comparison of nanocomposites catalysts (Lei et al.,2014)

Materials	Electrochemical Active Surface Area (ECSA) (m <sup>2</sup> /g)	Remaining ESCA % (5000 cycles)	Current Density (mAcm <sup>-2</sup> )
Pt/GO/0 wt% CeO <sub>2</sub>	13.62	19	3.015
Pt/GO/5 wt% CeO <sub>2</sub>	43.30	55	3.459
Pt/GO/8 wt% CeO <sub>2</sub>	52.46	69	2.767
Pt/GO/12 wt% CeO <sub>2</sub>	49.07	66	2.735
Pt/GO/15 wt% CeO <sub>2</sub>	34.23	47	2.703

## 2.3. Reduced Graphene Oxide (RGO)

By further reducing oxygen-containing functional groups in the oxide, the graphene may be partially restored by a thin structural framework similar to that of graphene oxide, but with less functional groups (figure 2). Thus, reduced graphene oxide (rGO) structure is obtained (He et al.,2016). It has hydrophobic structure. Nevertheless, rGO is attractive for use in electronic devices, because it can be made as a thin film from an aqueous dispersion of GO in water and it has moderate conductivity.

Li et al. were synthesized in a hybrid composite by thoroughly mixing the oxygen reduction reaction (ORR) catalyst, carbon black (CB) with Pt-loaded reduced graphene oxide (RGO) (table 3). By placing the CB particles between the RGO layers, the oxygen molecules were easily diffused between the RGO layers and the ORR electrocatalytic activity was increased. RGO stacking can also be effectively prevented. The accelerated durability test (ADT) shows that the hybrid support material can significantly improve the strength of the catalyst and Pt can maintain the electrochemical surface area (ECSA). After 20000 ADT cycles, it was observed that the last ECSA of Pt nanocrystalline on the hybrid support was much higher than that of the commercially available catalyst and > 95 % of it could be maintained. Importantly, after the test cycle of ADT, Pt/RGO/CB 20000 ECSA shows that it has lost only 5 %, while the commercial JM Pt/C catalyst has lost almost 50 % of its ECSA after the same number of cycles. In addition, the ORR mass activity of the Pt/RGO/CB catalyst after ADT is twice the commercial JM Pt/C catalyst. They found that the unique 2D profile of RGO acts as a barrier that prevents Pt from leaking into the electrolyte and that the surrounding CB behaves as active sites to recapture/re-nucleate the dissolved Pt species. In summary, they observed that the Pt/RGO/CB composite catalytic structure showed significantly improved ORR activity compared to the Pt/RGO structure. These studies confirm the role of the RGO/CB hybrid structure in enhancing catalyst stability. This particular catalyst design approach can be used to prepare high performance, durable fuel cell catalysts (Li et al.,2012).

**Table 3.** The accelerated durability test (ADT) of the hybrid support material (Li et al.,2012).

Materials	Remaining ESCA % (8000 cycles)	Remaining ESCA % (20000 cycles)	Specific Activity (mA cm-2) (20000 cycles before)	Specific Activity (mA cm-2) (20000 cycles after)	Mass Activity (A/mg) (20000 cycles before)	Mass Activity (A/mg) (20000 cycles after)
Pt/RGO	~68	~48	~0.175	~0.100	~0.140	~0.035
Pt/RGO/CB-1	~98	~96	~0.290	~0.212	~0.170	~0.110
Pt/RGO/CB-2	~90	~88	~0.275	~0.200	~0.130	~0.075
HM Pt/ CB	~75	~62	~0.300	~0.155	~0.190	~0.055
JM Pt/C	~58	~54	~0.145	~0.106	~0.080	~0.106

He et al. synthesized Pt nanoparticles on nitrogen-spiked reduced graphene oxide (NRGO) support as proton membrane fuel cell catalysts. Both cyclic voltammetry and oxygen reduction reaction (ORR) measurements showed that the electrochemically active surface area of this new Pt/NRGO catalyst had higher catalytic activity and lower losses than Pt/GO and conventional Pt/C catalysts. Significantly, the catalytic activity of Pt/NRGO in ORR showed almost no deterioration even after 1000 potential cycles (table 4).

**Table 4.** Investigation of Pt catalysts with nitrogen-supported reduced graphene oxide (NRGO), graphene oxide (GO) and carbon (C) (He et al.,2013)

Materials	ESCA (m <sup>2</sup> /g)	Charge Transfer Resistance of the Catalyst (R <sub>ct</sub> )	Particle size distribution (nm) Before 4000 cycles	Particle size distribution (nm) After 4000 cycles	Remaining ESCA % (4000 cycles)	Mass Activity (A/g Pt) (fresh)	Mass Activity (A/g Pt) (After 1000 cycles)
Pt/NRGO	75.6	3.14	1-4	2-10	70.6	~28	~27.5
Pt/GO	68.4	7.5	1-6	4-14	31.2	~22	~14.2
Pt/C	53.3	413.4	2-6	5-20	19.2	~16	~6.4

## 2.4. Graphene Aerogel (GA)

Graphene aerogel has attracted the attention of researchers because of its unique electronic, thermal, mechanical, chemical properties and potential technical applications. With regard to graphene aerogel synthesis, the four most commonly used methods are available. These; methods are hydrothermal reduction, sol-gel, template-directed reduction and chemical reduction.

Wu et al. studied Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/N-GA) supported by three-dimensional (3D) N doped graphene aerogel (N-GA) as cathode catalysts for efficient oxygen reduction reaction (ORR). They have successfully manufactured 3D monolithic Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/N-GA hybrids with a combined hydrothermal self-assembly, freeze drying and heat treatment. It emphasizes the importance of the high specific surface area of the support of GA 3D macropores to improve the performance of ORR more than the Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> NPs supported on N-doped carbon black or N-doped graphene sheets. In addition, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/N-GAs had higher current density, lower ring current, lower H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> yield, higher electron transfer number and better durability than the commercial Pt/C catalyst (table 5) (Wu et al.,2012).

**Table 5.** Comparison of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/N-GA, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/N-GS and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/N-CB composites (Wu et al.,2012)

Materials	% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Yields (-0.4 V)	Electron Transfer Numbers (n) (potential range from -0.20 to -1.2 V)	Cathodic Current Density (mAcm <sup>-2</sup> ) (ORR onset potential)
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> / N-GA	11	3.72 – 3.95	-2.56 (-0.19 V)
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> / N-GS	45	3.09 – 3.80	-1.46 (-0.26 V)
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> / N-CB	38	3.24 – 3.80	-1.99 (-0.24 V)

Fu et al. have synthesized graphene aerogel (Co-N-GA) with unique hierarchical pores, a large surface area (485 m<sup>2</sup>/g) and abundance of potential Co and N active sites. Polyaniline



(PANI) is used as the source of N and is an effective nitrogen precursor because of its unique chemical structure. Specifically, PANI has been carefully selected as a pore-forming agent to assist in coupling graphene oxide (GO) species to a highly porous hydrogel structure. Synthesized graphene aerogel, (1) C-N to maximize the active area density (2) to maximize the use of active areas (3) used as a catalyst to facilitate the good transfer of the reactant and product. Due to these excellent structural properties, Co-N-GA exhibits an impressive electrochemical performance in the acid environment (table 6).

**Table 6.** ORR Electrocatalytic performance of the samples (alkaline medium) (Fu et al.,2016)

<b>Materials</b>	<b>Electron Transfer Numbers (n)</b>	<b>Max H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> %</b>	<b>E<sub>0</sub> (V)</b>	<b>E<sub>1/2</sub> (V)</b>	<b>ΔE<sub>1/2</sub> (mV)</b>
N-GA	3.2-3.6	38	0.85	0.68	190
Co/N-GS	3.94-3.96	2.43	0.92	0.81	60
Co/N-GA	3.94-3.97	2.26	0.99	0.88	20

### 3. CONCLUSIONS

Several studies have been carried out to improve the performance of PEM fuel cells. These studies are mainly focused on electrocatalysts, in particular the ORR in the cathode and their high cost and insufficient durability.

Graphene and graphene substrate materials have the desired functionality as alternative electrode materials with unique mechanical properties such as high mechanical flexibility, high surface area, chemical stability, superior electrical and thermal conductivity. Therefore PEM is a promising alternative to most fuel cell materials.

In this study, the use of graphene, graphene oxide, reduced graphene oxide and graphene aerogel structures in PEM fuel cells have been discussed. Research has shown that graphene can not only be used as a carbon support for electrolysis, but can also be used effectively to reduce Pt loading and thus reduce costs.

### KAYNAKLAR

Davies K., Equation-Based, Object-Oriented Fuel Cell Modeling, HiSERF, January 24, 2014  
Fu X., Choi J. Y., Zamani P., Jiang G., Hoque Md. A., Hassan F. M., and Chen Z., Co-N Decorated Hierarchically Porous Graphene Aerogel for Efficient Oxygen Reduction

- Reaction in Acid. 2016, ACS Applied Materials & Interfaces DOI: 10.1021/acsami.5b12746
- Gou B., Na W. K., and Diong B., Fuel Cells: Modeling, Control, and Applications. 2009, CRC Press
- He D., Jiang Y., Lv H., Pan M., Mu S., Nitrogen-doped reduced graphene oxide supports for noble metal catalysts with greatly enhanced activity and stability. Applied Catalysis B: Environmental 132–133(2013)379–388 doi.org/10.1016/j.apcatb.2012.12.005
- He, D., Tang, H., Kou, Z., Pan, M., Sun, X., Zhang, J., & Mu, S. (2016). Engineered Graphene Materials: Synthesis and Applications for Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells. Advanced Materials, 29(20), 1601741. doi:10.1002/adma.201601741
- Hou J., Shao Y., Ellis M. W., Moore R. B., & Yi B. Graphene-based electrochemical energy conversion and storage: fuel cells, supercapacitors and lithium ion batteries. 2011, Physical Chemistry Chemical Physics, 13(34), 15384. doi:10.1039/c1cp21915d
- Hummers Jr. William S., and Offeman Richard E., "Preparation of Graphitic Oxide", J. Am. Chem. Soc., 1958, 80 (6), pp-1339–1339 DOI: 10.1021/ja01539a017
- L. Gubler, G.G. Scherer-A, Proton-Conducting Polymer Membrane as Solid Electrolyte. Function and Required Properties-2008
- Lei M., Wang Z. B., Li J. S., Tang H. L., Liu W. J., & Wang Y. G., 2014. CeO<sub>2</sub> nanocubes-graphene oxide as durable and highly active catalyst support for proton exchange membrane fuel cell. Scientific Reports, 4(1). doi:10.1038/srep07415
- Li Y., Li Y., Zhu E., McLouth T., Chiu C.-Y., Huang X., & Huang Y., 2012, Stabilization of High-Performance Oxygen Reduction Reaction Pt Electrocatalyst Supported on Reduced Graphene Oxide/Carbon Black Composite. Journal of the American Chemical Society, 134(30), 12326–12329. doi:10.1021/ja3031449
- Park S., Shao Y, Wan H., Rieke Peter C., Viswanathan Vilayanur V., Towne Silas A., Saraf Laxmikant V., Liu J., Lin Y., Wang Y., Design of graphene sheets-supported Pt catalyst layer in PEM fuel cells, Electrochemistry Communications 13 (2011) 258–261 doi:10.1016/j.elecom.2010.12.028
- Priyadarsini S., Mohanty S., Mukherjee S., Basu S., & Mishra M., 2018. Graphene and graphene oxide as nanomaterials for medicine and biology application. Journal of Nanostructure in Chemistry, 8(2), 123–137. doi:10.1007/s40097-018-0265-6
- Wu Z. S., Yang S., Sun Y., Parvez K., Feng X. and Müllen K., 3D Nitrogen-Doped Graphene Aerogel-Supported Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles as Efficient Electrocatalysts for the Oxygen Reduction Reaction. J. Am. Chem. Soc., 2012, 134 (22), pp 9082–9085 DOI: 10.1021/ja3030565
- Wu, H., Wexler, D., & Liu, H. (2011). Durability investigation of graphene-supported Pt nanocatalysts for PEM fuel cells. Journal of Solid State Electrochemistry, 15(5), 1057–1062. doi:10.1007/s10008-011-1317-8
- Zhou X., Qiao J., Yang L., and Zhang J., A Review of Graphene-Based Nanostructural Materials for Both Catalyst Supports and Metal-Free Catalysts in PEM Fuel Cell Oxygen Reduction Reactions. DOI: 10.1002/aenm.201301523 Adv. Energy Mater. 2014, 1301523
- Zhu J., Yang D., Yin Z., Yan Q. and Zhang H., Graphene and Graphene-Based Materials for Energy Storage Applications. 2014, DOI: 10.1002/sml.201303202

## Cu KATKILI TiO<sub>2</sub> NANOTÜP FOTOKATALİZÖRLERİN SENTEZLENMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Prof. Dr. Taner TEKİN<sup>1</sup>, Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ<sup>1</sup>, Doç. Dr. Derya TEKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Malzeme Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Farklı endüstri kuruluşlarının (kâğıt, boya, kozmetik, tekstil vs.) sebep olduğu endüstriyel kirlilikler ve atmosferin her geçen gün biraz daha fazla kirlenmesi, ekosistemin sürekli temiz tutulmasını zorunlu hale getirmektedir. Endüstriyel atıklarda bulunan organik maddeler ve ağır metal iyonların hemen hepsi kanserojen özellikte olmalarının yanı sıra, son derece kararlı yapıda olmaları nedeniyle çok büyük bir tehlike oluşturmaktadırlar. Bu kirliliklerin büyük bir bölümü, özellikle boyarmaddeler, genel manada biyolojik parçalanmaya karşı da son derece dirençlidirler. Bundan dolayı boyar maddelerin, bilinen biyolojik prosesler ile uzaklaştırılmaları da son derece zor olmaktadır. Son dönemlerdeki hemen hemen tüm çalışmalar isteğe bağlı olarak buldukları ortamdan kolayca uzaklaştırılabildikleri ve kazandırılmış olan fotokatalitik aktivite kaybolmadığı için "fotokatalitik nanotüpler" üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada bakır katkı TiO<sub>2</sub> nanotüp dizileri, NaF ve farklı konsantrasyonlarda bakır nitrat konsantrasyonlarını içeren sulu çözeltide, titanyum substratların elektrokimyasal oksidasyonu yoluyla hazırlandı. Üretilen fotokatalizörlerin karakterizasyonu taramalı elektron mikroskopisi (SEM, EDS) ve X-ışını difraksiyonu (XRD) ile yapılmıştır. Üretilen nanotüp fotokatalizörlerin fotokatalitik aktivite denemeleri Orange G boyası üzerine UV ışık altında kesikli bir reaktör içerisinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, Cu katkı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerin TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlere daha iyi fotokatalitik aktivite sergilediğini ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *TiO<sub>2</sub>, nanotüp, Cu, fotokatalizör, fotokatalitik aktivite*

### ABSTRACT

Industrial pollution caused by different industries (paper, paint, cosmetics, textiles, etc.) and a little more pollution of the atmosphere every day make it necessary to keep the ecosystem clean. Almost all organic substances and heavy metal ions in industrial wastes are carcinogenic, and are extremely dangerous because they are highly stable. Most of these impurities, especially dyes, are highly resistant to biodegradation in general. Therefore, it is extremely difficult to remove dyestuffs with known biological processes. Almost all of the recent studies have been focused on "photocatalytic nanotubes" because they can easily be removed from their environment and the photocatalytic activity is not lost. In this study, copper doped TiO<sub>2</sub> nanotube arrays were prepared by electrochemical oxidation of titanium

substrates in aqueous solution containing NaF and copper nitrate concentrations at different concentrations. Characterization of produced photocatalysts was done by scanning electron microscopy (SEM, EDS) and X-ray diffraction (XRD). The photocatalytic activity trials of the produced nanotube photocatalysts were performed in a batch reactor under UV light onto the Orange G dye. The results showed that the Ti-nanoparticle photocatalysts of Cu-doped TiO<sub>2</sub> nanotube photocatalysts exhibited better photocatalytic activity.

**Keywords:** *TiO<sub>2</sub>, nanotüp, Cu, photocatalyst, photocatalytic activity*

## GİRİŞ

Fotokatalizörlerin gelişimi, son yıllarda, özellikle çevresel ve enerji ile ilgili alanlar da dahil olmak üzere geniş bir araştırma alanında, çeşitli ürünlerde fotokatalizörün kullanılmasıyla büyük ilgi odağı olmuştur [1]. Birçok farklı fotokatalizör içerisinde titanyum dioksit (TiO<sub>2</sub>), valans ve iletim bantlarının konumu nedeniyle hemen hemen her türlü çevresel kirleticiyi etkin bir şekilde parçalayabilen en önemli ve en çok bilinen fotokatalizör materyallerden biridir [2]. TiO<sub>2</sub>, düşük üretim maliyeti, toksik olmayan, kendi kendini temizleyebilme özelliği, kolaylıkla bulunabilme durumu, güçlü fotokatalitik aktivite ve istisnai foto korozyon direnci gibi diğer yarı iletken malzemelerle karşılaştırıldığında birçok avantaj ve benzersiz işlevsel özelliklere sahiptir [3].

Fotokatalitik performans üzerinde, boyut, spesifik yüzey alanı, gözenek hacmi ve yapısı, fotokatalizörün bulunduğu kristal faz gibi önemli etkiye sahip olabilecek birçok faktör olduğu bilinmektedir. Farklı morfolojileri ve özellikleri olan TiO<sub>2</sub> nano veya mikro yapıların oluşturulması son zamanlarda büyük ilgi görmüştür [4]. Tüpler gibi sıralı yapılara sahip TiO<sub>2</sub> yapıları, fotokatalitik reaksiyonlar için benzersiz özelliklere ve yüksek fotokatalitik etkinliğe sahiptir. Nanotüplerdeki yüksek alan/hacim oranı elektron-boşluk rekombinasyon hızında düşüşe ve yüksek ara yüzey yük taşıyıcı transfer hızına neden olmaktadır, bu nedenle fotokatalitik reaksiyonların aktivitesini artırmaktadır [5].

Ancak yapılan çalışmalar TiO<sub>2</sub> fotokatalizörünün fotokatalitik etkinliği nanotüplerin oluşturulmasıyla çok az bir miktarda artış göstermiş ve etkinliğin daha da artırılabilmesi için farklı metal ve ametallerin katkılanması sağlamıştır [6]. Fotokatalitik verimi arttırmak ve TiO<sub>2</sub> nanotüpün ışık absorpsiyon miktarını artırmak için Pt, Pd, Au ve Ag gibi metal iyonları katkılanması gibi birçok çalışma yapılmıştır [7].

Bu çalışmada, bakır katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüpler, amonyum flüorür ve bakır nitrat içeren sulu bir çözeltide tek adımlı bir titanyum substrat anodizasyonu üretilmiştir. Üretilen fotokatalizörlerin morfolojisi ve yapısal özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ve X-ışını kırınımı (XRD) ile karakterize edilmiştir. Üretilen nanotüp fotokatalizörlerin fotokatalitik aktivite denemeleri Orange G boyası üzerine UV ışık altında kesikli bir reaktör içerisinde gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

## **Kimyasallar**

2x3 cm ebatlarında, 2 mm kalınlığında ve %99,7 saflıkta Aldrich titanyum levha kullanılmıştır. Levhaların yıkama işlemi için aseton (Sigma Aldrich %99), etanol (Sigma Aldrich %99), metanol (Sigma Aldrich %99) ve destile su kullanılmıştır. Kimyasal aşındırma işlemi için Hidroflorik Asit (Sigma Aldrich %99) ve Nitrik Asit (Sigma Aldrich %99) kullanılmıştır. Anodizasyon işlemi için Sodyum florür (Sigma Aldrich %99), Fosforik asit (Sigma Aldrich %85) ve bakır (II) nitrat (Sigma Aldrich %99), fotokatalitik denemeler için ise Orange G (Sigma Aldrich) boyası kullanılmıştır.

## **TiO<sub>2</sub> ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> Nanotüplerin Üretimi**

2x3 cm ebatlarında kesilmiş olan titanyum levha kirliliklerden arındırmak amacıyla sırasıyla saf su, aseton ve etanol ile 10 dakika süreyle muamele edilmiştir. Daha sonra kimyasal aşındırma işlemi için HF/HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O (hacimce 1:2:3) karışımı içerisinde 1 dakika bekletilerek saf su ile yıkanmıştır. Anodizasyon çözeltisi 0,14 M NaF ve 0,5 M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> kullanılarak literatüre uygun olarak hazırlanmıştır. Bakır katkılanması yapılacak çözelti ise 0,14M NaF, 0,5 M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ve 0,14M Cu(NO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O) olacak şekilde hazırlanmıştır. Titanyum levha anot, platin ise katot olarak bağlanıp çözelti içerisinde 3 cm aralık bırakılarak 1 saat süreyle 20V doğru akım uygulanmıştır. Daha sonra elde edilen numuneler yıkarak flor iyonlarından arındırılmış, kurutulmuş ve 500 C'de 3 saat süreyle kalsinasyon işlemine tabi tutulmuştur.

## **Fotokatalizörlerin Karakterizasyonu**

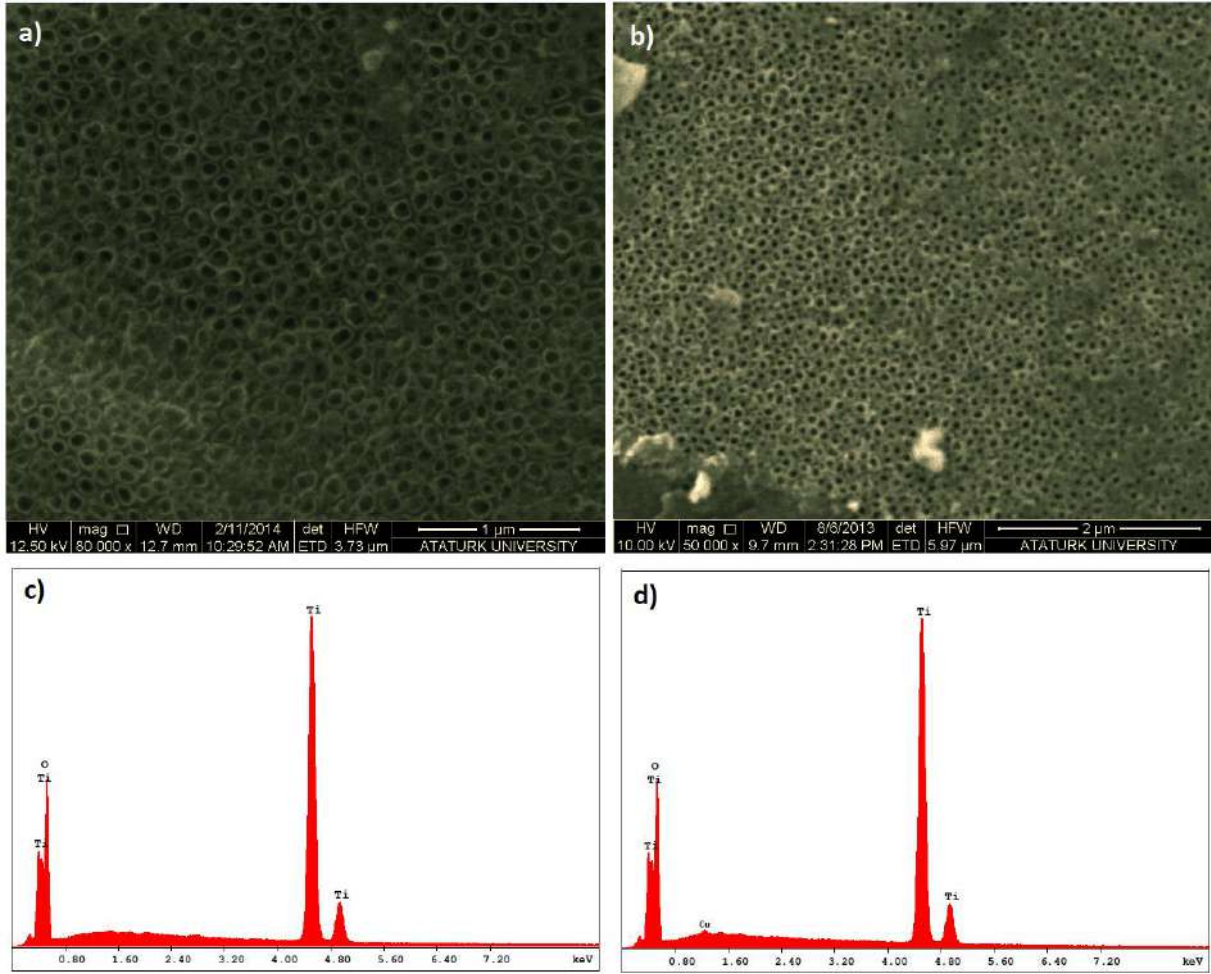
Fotokatalizörlerin morfolojisi ve yapısal özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM, FEI, Inspect S50), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ve X-ışını kırınımı (XRD, Rigaku D/Max-2200) ile karakterize edildi.

## **Fotokatalitik Denemeler**

Fotokatalitik denemeler 500 ml'lik bir kesikli reaktörde 400 ml, 20 mg/L'lik Orange G çözeltisi hazırlanarak manyetik karıştırma (500 rpm) altında oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. 44 W/m<sup>2</sup> ışık şiddetinde 254 nm'lik Pen-ray UV- lamba ve yüksek oranda O<sub>2</sub> konsantrasyonu sağlayabilmek için pompa vasıtasıyla hava reaktör içerisine beslenmiştir.

## **ARAŞTIRMA BULGULARI**

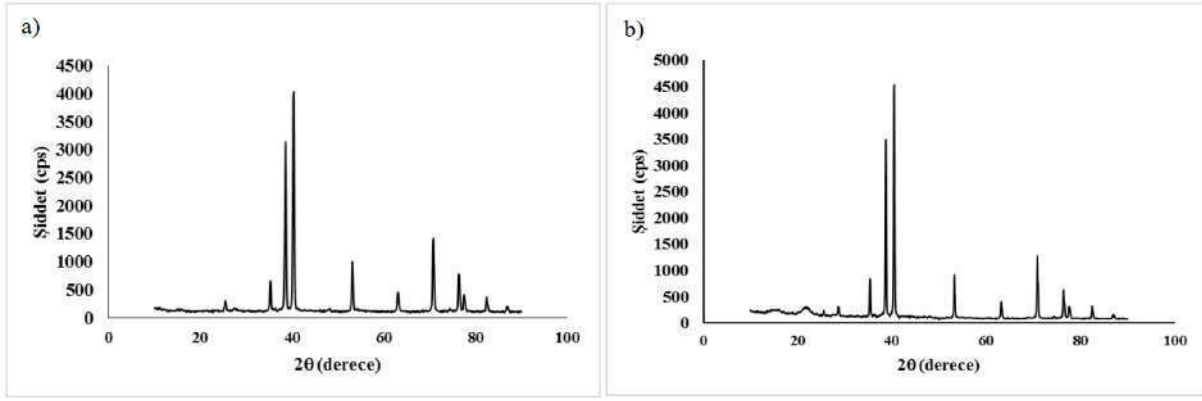
Üretilmiş olan TiO<sub>2</sub> ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüplerine ait SEM ve EDS sonuçları Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** (a-c) TiO<sub>2</sub> nanotüp ve (b-d) Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerine ait SEM ve EDS analizi sonuçları

TiO<sub>2</sub> nanotüp ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerine ait SEM görüntüsünden de anlaşılacağı gibi nanotüpler homojen bir biçimde dağılmıştır ve ortalama çap mesafesi yaklaşık 80-120 nm arasında değişiklik göstermektedir. Üretilmiş olan nanotüpler oldukça düzenli bir şekilde dizilmiş ve tüplerin oluşumları tamamlanmıştır. Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüplerin çevresinde daha parlak Cu yapıları görülmektedir ve EDS analiziyle Cu varlığı kanıtlanmıştır. Oluşturulmuş olan tüplerin çapları belirgin ve duvar kalınlıkları 8-11 nm arasında değişmektedir.

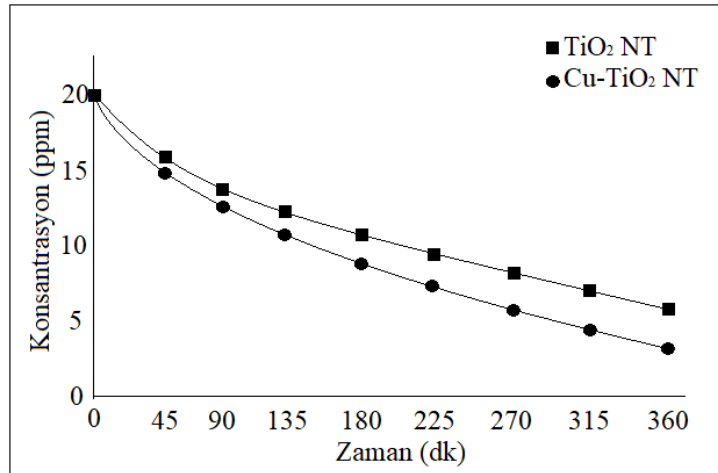
Üretilmiş olan TiO<sub>2</sub> ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüplerine ait XRD sonuçları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. (a) TiO<sub>2</sub> nanotüp ve (b) Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerine ait XRD analizi sonuçları

XRD grafikleri incelendiğinde 25° ve 48°deki TiO<sub>2</sub>'ye ait anataz piklerinin varlığı görülmektedir. Ancak Cu'ya ait herhangi bir pik söz konusu değildir. Bunun sebebi ise Cu miktarının az olmasından kaynaklanmaktadır.

Sentezlenen TiO<sub>2</sub> nanotüp ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörleri kullanılarak kesikli reaktörde Orange G boyarmaddesi üzerinde gerçekleştirilen fotokatalitik bozunma grafikleri Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. TiO<sub>2</sub> nanotüp ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerine ait fotokatalitik deneme sonuçları

TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörü ile Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörüne ait fotokatalitik Orange G çözeltisi konsantrasyonuna karşılık zaman grafiği incelendiğinde iki fotokatalizörün giderimleri arasındaki fark gözle görülür seviyededir. TiO<sub>2</sub> nanotüp ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizleri 6 saat süresince boyanın sırasıyla % 65 ve %83'ünü gidermiştir ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörünün TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörüne göre boya giderimi daha iyi seviyededir.

## SONUÇ

Üretilmiş olan fotokatalizörlerin nanotüplerinin homojen bir şekilde oluşmuş olduğu görülmüş ve nanotüp çaplarının 80-120 nm arasında değiştiği SEM analizi yardımıyla ve katkılanan bakırın fotokatalizördeki varlığı EDS analizi ile ispatlamıştır. Numunelerin XRD grafiği incelenmiş, 25° ve 48°deki karakteristik TiO<sub>2</sub> anataz fazı görülmektedir, ancak Cu katkılı fotokatalizörde Cu'ya ait herhangi bir pik görülmemektedir. Bunun sebebi katkı maddelerinin eser miktarda yüzeye katkılanması olduğu belirlenmiştir. TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörünün boya giderimi 6 saatte %65 olduğu Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörünün gideriminin ise %83 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki, Cu katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizör olarak boya gideriminde daha etkin olarak kullanılabilir.

## REFERANSLAR

- [1] R. Lopez, R. Gomez, M.E. Llanos, Photophysical and photocatalytic properties of nanosized copper-doped titania sol-gel catalysts, *Catal. Today* 148(2009)103–108.
- [2] H. Yanga, C. Pan, Diameter-controlled growth of TiO<sub>2</sub> nanotube arrays by anodization and its photoelectric property, *J. Alloy. Compd.* 492 (2010) L33–L35.
- [3] G.K. Mor, O.K. Varghese, M. Paulose, K. Shankar, C.A. Grimes, A review on highly ordered, vertically oriented TiO<sub>2</sub> nanotube arrays: fabrication, material properties, and solar energy application, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells* 90(2006)2011–2075.
- [4] R.G. Palgrave, D.J. Payne, R.G. Egdell, Nitrogen diffusion in doped TiO<sub>2</sub> (110) single crystals: a combined XPS and SIMS study, *J. Mater. Chem.* 19 (2009)8418–8425.
- [5] Y. Su, S. Chen, X. Quan, H. Zhao, Y. Zhang, A silicon-doped TiO<sub>2</sub> nanotube arrays electrode with enhanced photoelectrocatalytic activity, *Appl. Surf. Sci.* 255 (2008) 2167–2172.
- [6] R. Chand, E. Obuchi, K. Katoh, H.N. Luitel, K. Nakano, Enhanced photocatalytic activity of TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> by the influence of Cu-doping under reducing calcination atmosphere *Catal. Commun.* 13(2011)49–53.
- [7] S. Sakthivel, M.V. Shankar, M. Palanichamy, B. Arabindoo, D. W. Bahnemann, V. Murugesan, Enhancement of photocatalytic activity by metal deposition: characterisation and photonic efficiency of Pt, Au and Pd deposited on TiO<sub>2</sub> catalyst, *Water Res.* 38 (2004) 3001–3008.



## Mn KATKILI TiO<sub>2</sub> NANOTÜP FOTOKATALİZÖRLERİNİN SENTEZLENMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Prof. Dr. Taner TEKİN<sup>1</sup>, Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ<sup>1</sup>, Doç. Dr. Derya TEKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Malzeme Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Tekstil boyaları ve diğer endüstriyel boyarmaddeler, organik bileşiklerin en büyük gruplarından birini meydana getirir. Boya molekülleri içerisinde büyük miktarlarda aromatiklerin varlığı ve modern boyaların kararlılığından dolayı geleneksel biyolojik fiziksel ve kimyasal iyileştirme metodları renk giderme ve bozunma için etkisiz kalmaktadırlar. Bu olumsuzlukların üstesinden gelebilmek için Titanyum dioksit umut verici bir fotokatalizördür ve birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak TiO<sub>2</sub>'nin geniş bant aralığı ve yüksek elektron boşluk rekombinasyon oranı gibi dezavantajlarından dolayı farklı tür metal ve ametal katkılamaları yapılmaktadır. Bu çalışmada, TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörleri üretilerek Mangan katkılanması yapılmıştır. Elde edilmiş olan fotokatalizörlerin karakterizasyonları taramalı elektron mikroskopisi (SEM, EDS) ve X-ışını difraksiyonu (XRD) ile yapılmıştır. Üretilen nanotüp fotokatalizörlerin fotokatalitik aktivite denemeleri Rhodamine B boyası üzerine UV ışık altında kesikli bir reaktör içerisinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerin TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlere daha iyi fotokatalitik aktivite sergilediğini ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *TO<sub>2</sub>, nanotüp, Mn, fotokatalizör, fotokatalitik aktivite*

### ABSTRACT

Textile dyes and other industrial dyes form one of the largest groups of organic compounds. Due to the presence of large amounts of aromatics in the dye molecules and the stability of modern dyes, traditional biological physical and chemical remediation methods are ineffective for decolorization and degradation. To overcome these drawbacks, Titanium dioxide is a promising photocatalyst and is widely used in many applications. However, due to the disadvantages of TiO<sub>2</sub> such as wide band spacing and high electron gap recombination rate, different kinds of metal and nonmetal additives are made. In this study, TiO<sub>2</sub> nanotube photocatalysts were produced and Manganese was added. The characterization of the photocatalysts was done by scanning electron microscopy (SEM, EDS) and X-ray diffraction (XRD). The photocatalytic activity trials of the produced nanotube photocatalysts were performed on a Rhodamine B dye in a batch reactor under UV light. The results show that Mn doped TiO<sub>2</sub> nanotube photocatalysts exhibit better photocatalytic activity to TiO<sub>2</sub> nanotube photocatalysts.

**Keywords:** *TiO<sub>2</sub>, nanotubes, Mn, photocatalyst, photocatalytic activity*

## GİRİŞ

Titanyum dioksit ( $\text{TiO}_2$ ), toksik olmayışı, düşük maliyeti, kimyasal kararlılığı ve kolay bulunabilirliği nedeniyle, atık su arıtımı, hidrojen üretimi, enerji depolanma ve fotokataliz gibi birçok alanda uygulanmaktadır [1]. Toz formuyla karşılaştırıldığında,  $\text{TiO}_2$  nanotüpleri, fotokatalitik reaksiyonlar sırasında elektron oksidasyonunda avantaj sağlayan daha büyük bir yüzey alanına sahiptir [2]. Bununla birlikte, nispeten büyük  $\text{TiO}_2$  (3.2 eV) bant aralığı, fotojenlenmiş elektron ve boşlukların yüksek rekombinasyon hızı nedeniyle fotokatalitik reaksiyonların verimliliğini sınırlar [3]. Bu sorunu çözmek için, metal iyonları  $\text{TiO}_2$  nanotüplere katılarak  $\text{TiO}_2$  bant dağılımını daralması ve iyon katkılama işleminin neden olduğu kristal kusur oluşumu nedeniyle elektron ve deliklerin rekombinasyon oranını azalması sağlanmıştır [4]. Ek olarak, katkılı iyonlar elektronlar ve boşluklar için tuzaklayıcı olarak görev yapabilir ve daha sonra  $\cdot\text{OH}$  ve  $\text{O}_2^-$  radikallerini oluşturmak üzere  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{OH}$  ve  $\text{O}_2$  ile reaksiyona girebilir.

Çeşitli geçiş metal katkıları arasında, Mangan (Mn), bant boşluğu genişliğini azaltmak ve yük taşıyıcı hareketliliğini arttırmak için kullanılan metallere en etkililerinden biridir [5]. Bu nedenle Mn katkılı  $\text{TiO}_2$  fotokatalitik uygulamalar için kullanılan potansiyel bir fotokatalizördür [6].

Bu çalışmada, Mn katkılı  $\text{TiO}_2$  nanotüpler Anodizasyon yardımıyla üretilmiştir. Elde edilmiş olan fotokatalizörlerin karakterizasyonları taramalı elektron mikroskopisi (SEM, EDS) ve X-ışını difraksiyonu (XRD) ile yapılmıştır. Üretilen nanotüp fotokatalizörlerin fotokatalitik aktivite denemeleri Rhodamine B boyası üzerine UV ışık altında kesikli bir reaktör içerisinde gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Kimyasallar

2x3 cm ebatlarında, 2 mm kalınlığında ve %99,7 saflıkta Aldrich titanyum levha kullanılmıştır. Levhaların yıkama işlemi için aseton (Sigma Aldrich %99), etanol (Sigma Aldrich %99), metanol (Sigma Aldrich %99) ve destile su kullanılmıştır. Anodizasyon işlemi için Sodyum florür (Sigma Aldrich %99), Fosforik asit (Sigma Aldrich %85) ve potasyum permanganat (Sigma Aldrich %97), fotokatalitik denemeler için ise Rhodamine B (Sigma Aldrich) boyası kullanılmıştır.

### TiO<sub>2</sub> ve Cu katkılı TiO<sub>2</sub> Nanotüplerin Üretimi

2x3 cm ebatlarında kesilmiş olan titanyum levha kirliliklerden arındırmak amacıyla sırasıyla saf su, aseton ve etanol ile 10 dakika süreyle muamele edilmiştir ve kurutulmuştur. Anodizasyon çözeltisi 0,14 M NaF ve 0,5 M  $\text{H}_3\text{PO}_4$  kullanılarak literatüre uygun olarak hazırlanmıştır. Mangan katkılanması yapılacak çözelti ise 0,14M NaF, 0,5 M  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ve 0,5 M  $\text{KMnO}_4$  olacak şekilde hazırlanmıştır. Titanyum levha anot, platin ise katot olarak bağlanıp çözelti içerisinde elektrotlar arasında 3 cm aralık bırakılarak 1 saat süreyle 20V doğru akım

uygulanmıştır. Daha sonra elde edilen numuneler yıkarak flor iyonlarından arındırılmış, kurutulmuş ve 500 C’de 3 saat süreyle kalsinasyon işlemine tabi tutulmuştur.

### Fotokatalizörlerin Karakterizasyonu

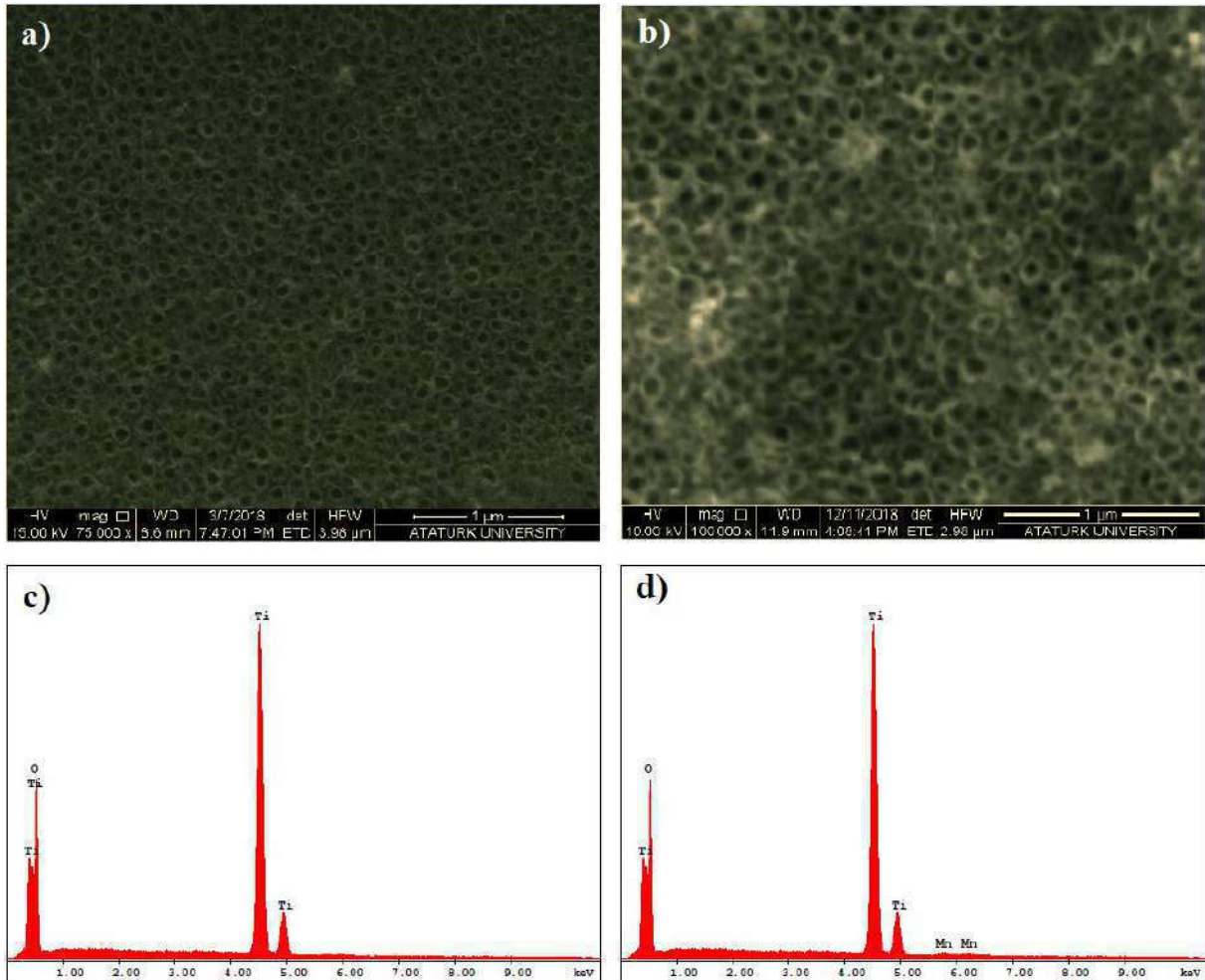
Fotokatalizörlerin morfolojisi ve yapısal özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM, FEI, Inspect S50), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ve X-ışını kırınımı (XRD, Rigaku D/Max-2200) ile karakterize edildi.

### Fotokatalitik Denemeler

Fotokatalitik denemeler 500 ml’lik bir kesikli reaktörde 400 ml, 20 mg/L’lik Orange G çözeltisi hazırlanarak manyetik karıştırma (500 rpm) altında oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. 44 W/m<sup>2</sup> ışık şiddetinde 254 nm’lik Pen-ray UV- lamba ve yüksek oranda O<sub>2</sub> konsantrasyonu sağlayabilmek için pompa vasıtasıyla hava reaktör içerisine beslenmiştir.

### ARAŞTIRMA BULGULARI

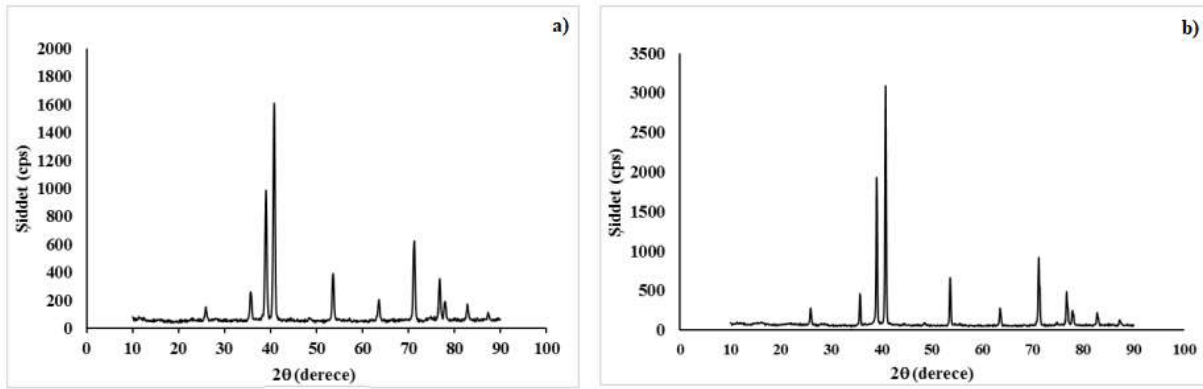
Üretilmiş olan TiO<sub>2</sub> ve Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüplerine ait SEM ve EDS sonuçları Şekil 1’de verilmiştir.



**Şekil 1.** (a-c) TiO<sub>2</sub> nanotüp ve (b-d) Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerine ait SEM ve EDS analizi sonuçları

Sentezlenen nanotüpler homojen bir biçimde dağılmıştır ve ortalama çap mesafesi yaklaşık 80-120 nm arasında değişiklik göstermektedir. Üretilmiş olan nanotüpler oldukça düzenli bir şekilde dizilmiş ve tüplerin oluşumları tamamlanmıştır. Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüplerin çevresinde daha parlak Mn yapıları görülmektedir ve EDS analiziyle Mn varlığı kanıtlanmıştır. Oluşturulmuş olan tüplerin çapları belirgin ve duvar kalınlıkları 8-11 nm arasında değişmektedir.

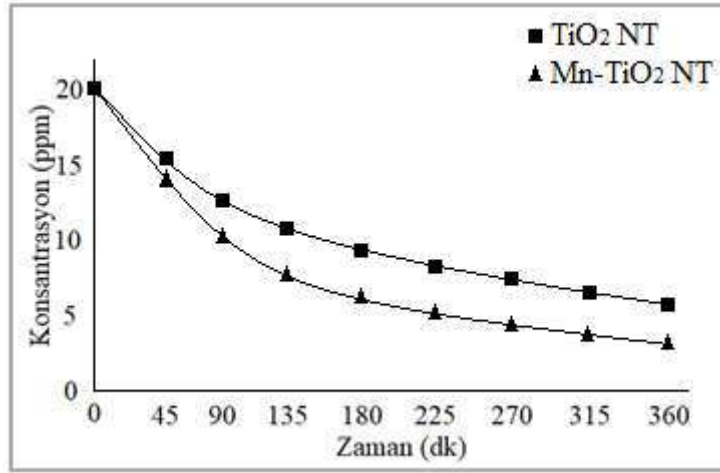
Sentezlenmiş olan TiO<sub>2</sub> ve Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüplerine ait XRD sonuçları Şekil 2’de verilmiştir.



**Şekil 2.** (a) TiO<sub>2</sub> nanotüp ve (b) Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerine ait XRD analizi sonuçları

XRD grafikleri incelendiğinde 25° ve 48°’deki TiO<sub>2</sub>’ye ait anataz piklerinin varlığı görülmektedir. Ancak Mn’ye ait herhangi bir pik söz konusu değildir. Bunun sebebi ise Mn miktarının az olmasından kaynaklanmaktadır.

Sentezlenen TiO<sub>2</sub> nanotüp ve Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörleri kullanılarak kesikli reaktörde Rhodamine B boyarmaddesi üzerinde gerçekleştirilen fotokatalitik bozunma grafikleri Şekil 3’de gösterilmiştir.



**Şekil 3.** (a) TiO<sub>2</sub> nanotüp ve (b) Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörlerine ait XRD analizi sonuçları

Fotokatalitik aktivite sonuçları incelendiğinde TiO<sub>2</sub> nanotüp ve Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörleri 6 saat süresince boyanın sırasıyla % 62 ve %86'sını gidermiştir ve Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörünün TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörüne göre boya giderimi daha iyi seviyededir.

## SONUÇ

Üretilmiş olan fotokatalizörlerin nanotüplerinin homojen bir şekilde oluşmuş olduğu görülmüş ve nanotüp çaplarının 80-120 nm arasında değiştiği SEM analizi yardımıyla ve katkılanan manganın fotokatalizördeki varlığı EDS analizi ile ispatlanmıştır. Numunelerin XRD grafiği incelenmiş, 25° ve 48°deki karakteristik TiO<sub>2</sub> anataz fazı görülmektedir, ancak Mn katkılı fotokatalizörde Mn'ye ait herhangi bir pik görülmemektedir. Bunun sebebi katkı maddelerinin az miktarda yüzeye katkılanması olduğu belirlenmiştir. TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörünün boya giderimi 6 saatte % 62 olduğu Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizörünün gideriminin ise % 86 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki, Mn katkılı TiO<sub>2</sub> nanotüp fotokatalizör olarak boya gideriminde daha etkin olarak kullanılabilir.

## REFERANSLAR

- [1] Jiang L, Sun L, Yang D, Zhang J, Li Y-J, Zou K, Deng W-Q Niobium-doped (001)-dominated anatase TiO<sub>2</sub> nanosheets as photoelectrode for efficient dye-sensitized solar cells. ACS Appl Mater Interfaces 2017, 9(11):9576–9583.
- [2] Tachikawa T, Tojo S, Fujitsuka M, Sekino T, Majima T. Photoinduced charge separation in titania nanotubes. J. Phys. Chem. B, 2006;110:14055-14059.

- [3] Sun L, Li J, Wang CL, Li SF, Chen HB, Lin CJ. An electrochemical strategy of doping Fe<sup>3+</sup> into TiO<sub>2</sub> nanotube array films for enhancement in photocatalytic activity. *Solar Energy Mater. Solar Cells* 2009;93:1875-1880
- [4] Pang YL, Abdullah AZ. Effect of low Fe<sup>3+</sup> doping on characteristics, photocatalytic activity and reusability of TiO<sub>2</sub> nanotubes catalysts for removal of Rhodamine B from water. *J. Hazard. Mater.* 2012;235-236:326-335.
- [5] 22. Rossi G, Calizzi M, Di Cintio V, Magkos S, Amidani L, Pasquini L, Boscherini F, Local structure of V dopants in TiO<sub>2</sub> nanoparticles: X-ray absorption spectroscopy, including ab-initio and full potential simulations. *J Phys Chem*, 2016, C 120(14):7457–7466.
- [6] Zhang J, Li L, Xiao Z, Liu D, Wang S, Zhang J, Hao Y, Zhang W Hollow sphere TiO<sub>2</sub>–ZrO<sub>2</sub> prepared by self-assembly with polystyrene colloidal template for both photocatalytic degradation and H<sub>2</sub> evolution from water splitting. *ACS Sustain Chem Eng*, 2016, 4(4):2037–2046.

## COMPARISON OF BIODIESEL PRODUCTION FROM BEEF TALLOW WITH CONVENTIONAL / ULTRASONIC ASSISTED METHOD

Assis.Prof. Dr. Tuba Hatice DOĞAN

Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering

### ABSTRACT

It is known that the fossil fuels are decreasing day by day and the environmental damages. Therefore, the importance of fuels that can be an alternative to fossil fuels is increasing today. Biodiesel is a clean and renewable fuel produced from vegetable oils and animal fats. However, the main disadvantage of biodiesel is its high cost. Therefore, it is necessary to use a suitable biodiesel feedstock to reduce its cost. Beef tallow is an animal fat that is not preferred in the food industry. Therefore, producing biodiesel from this fat can provide advantages in terms of biodiesel costs. However, since the beef tallow contains a large number of saturated fatty acids, its melting point, viscosity and density are high. Therefore, ultrasound energy that increases mass transfer in the reaction medium can be more affect biodiesel production from bef tallow.

In this study, biodiesel was produced from beef tallow with and without ultrasound. The cold flow properties (density, viscosity, pour point and cloud point) of biodiesel produced by both methods were measured. In addition, fatty acid methyl ester (FAME) yields were determined. The results obtained from the study were compared. Accordingly, when biodiesel was produced by applying ultrasonic energy, the cold flow properties of the beef tallow biodiesel improved significantly. In addition, ultrasonic energy increased the biodiesel yield (FAME yield) of the process from 88.78% to 99.5%.

**Keywords:** Biodiesel, beef tallow, ultrasonic energy.

## 1. INTRODUCTION

Increasing energy demand and environmental concerns increase the interest in renewable and clean energy sources such as biodiesel [1]. Biodiesel is usually produced by transesterification reaction. In this reaction, vegetable oils / animal fats are reacted with methyl /ethyl alcohols in the presence of a suitable catalyst. The reaction products are biodiesel (esters) and glycerin [2, 3].

The use of a suitable feedstock in biodiesel production can reduce its high cost [4]. Beef tallow is an animal fat that is not preferred in the food industry and is considered as waste. Therefore, its use in biodiesel production provides both waste assessment and helps to reduce costs [5]. However, the beef tallow contains highly saturated fatty acids, which adversely affects the cold flow properties of the biodiesel produced from it [6]. Due to the high melting point, viscosity and density of the beef tallow, the ultrasound energy can be positively affect the biodiesel production from it [5]. Because ultrasound waves contain both expansion and compression pressure waves, they produce microbubbles filled with vapor in the liquid. The mass transfer into these microbubbles increases with the effect of ultrasound. Microbubbles grow and collapse. This situation increases the interaction between the phases and thus the reaction rate [7]. Therefore, a higher conversion occurs in ultrasound-assisted transesterification [8-10].

In this study, some cold flow properties and product yield of beef tallow biodiesel produced according to conventional / ultrasound support were compared.

## 2. MATERYAL AND METHOD

### 2.1. Materials

The beef tallow used in the study was obtained from a local slaughterhouse in Erzurum, Turkey. Methyl alcohol (99.9% purity) and KOH catalyst (99.9% purity) were obtained from Merck and Flake, respectively.

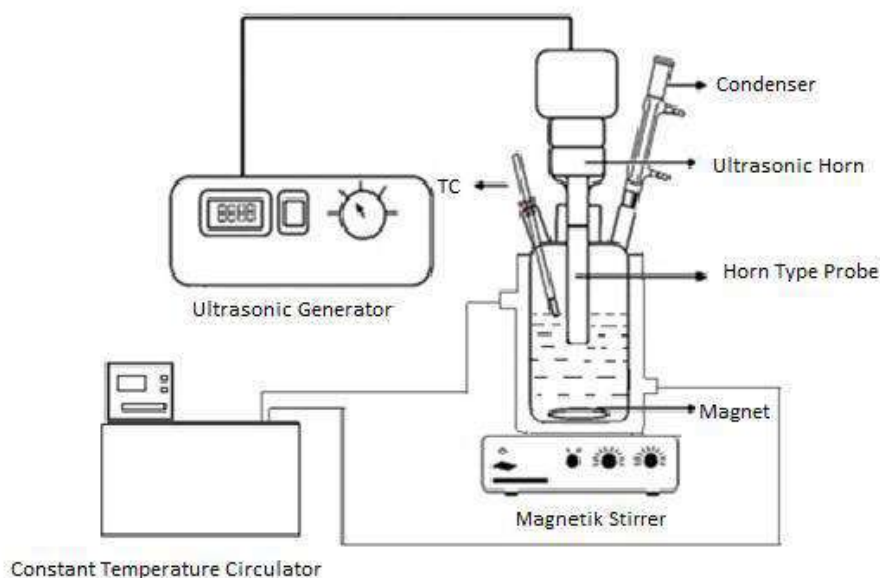
### 2.2 Apparatus and experimental procedure

For the conventional transesterification experiments, a 1000 mL jacketed glass reactor was used. Mechanical stirrer, constant temperature circulator, condenser and thermometer were connected to the reactor. The constant parameters in the experiments were selected as reaction time, 60 min; oil/methanol ratio, 1/6 (in weight); catalyst ratio, 0.75% KOH (in weight) and reaction temperature of 60°C.



The beef tallow was initially filled to the reactor and heated to 60 ° C. Then, the KOH catalyst was dissolved in methanol and this solution was added to the stirred reactor. After 60 minutes, the reaction was stopped and the reactor contents were transferred to a separatory funnel. Glycerin deposited at the bottom was separated from the methyl ester phase (biodiesel). The biodiesel phase was then washed three times with deionized water at 7-8 hour intervals. The produced biodiesel was dried in a rotary evaporator under vacuum at 80 ° C for 1 hour. The conventional transesterification experiments were repeated three times at different times.

Ultrasonic experiments were performed with an ultrasonic generator (Cole Parmer CPX Ultrasonic Homogenizer, 750W, 20kHz) equipped with a horn type probe. The constant parameters used in ultrasound-assisted transesterification experiments, the biodiesel production steps and the purification of biodiesel were the same as in the conventional method. As an extra, the 20 W ultrasound energy was sent to the reactor content for 10 minutes. The experimental setup used in the ultrasonic experiments is shown in Figure 1. The ultrasound-assisted transesterification experiments were repeated three times at different times.



**Figure 1.** The set-up for ultrasonic experiments

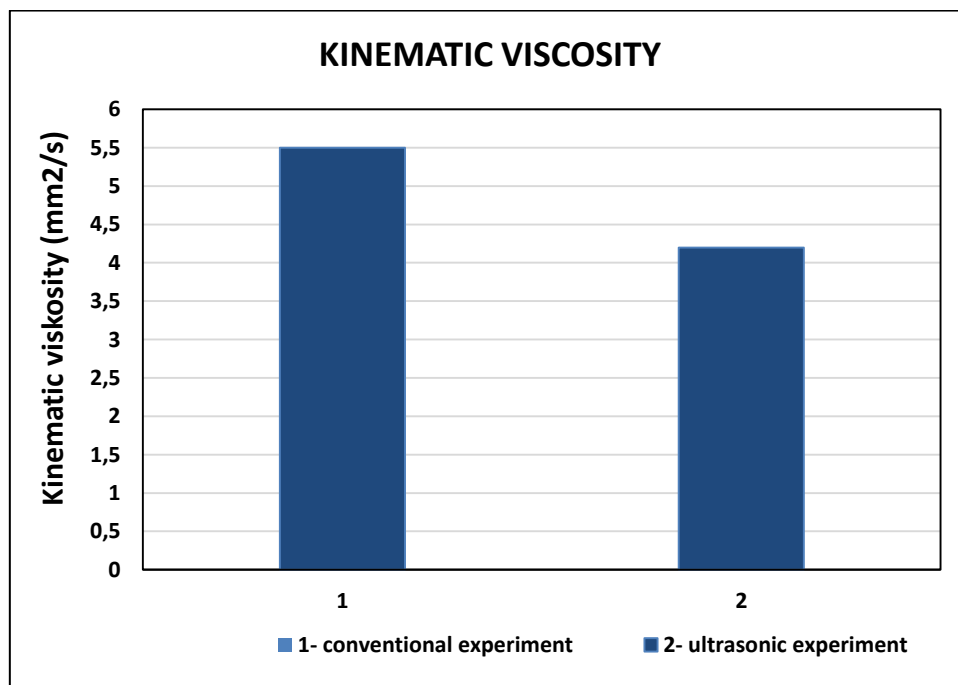
### 2.3. Analytical methods

The properties of the obtained biodiesel samples, such as density, kinematic viscosity, pour point and cloud point were measured in accordance with the relevant standards. In addition, the esters were analyzed using gas chromatography (Perkin Elmer Clarus 680, USA).

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

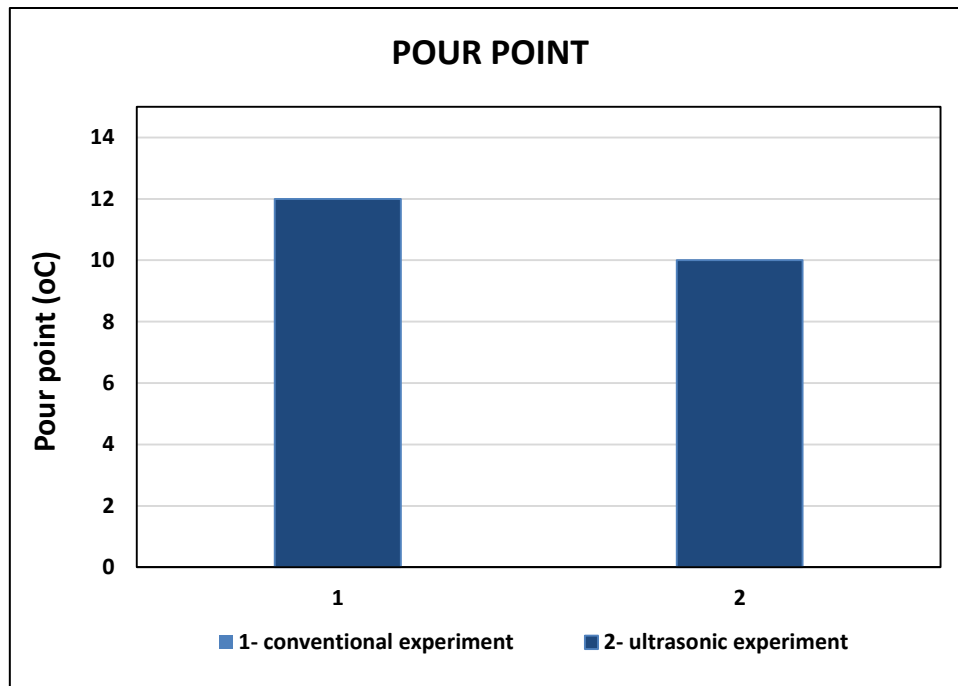
In this study, biodiesel was produced from beef tallow as conventional and ultrasound-assisted. Some cold flow properties and yield of produced biodiesel were investigated. The results are shown in Figure 1-5.

Figure 1 shows the effect on the kinematic viscosity of conventional method / ultrasonic method.



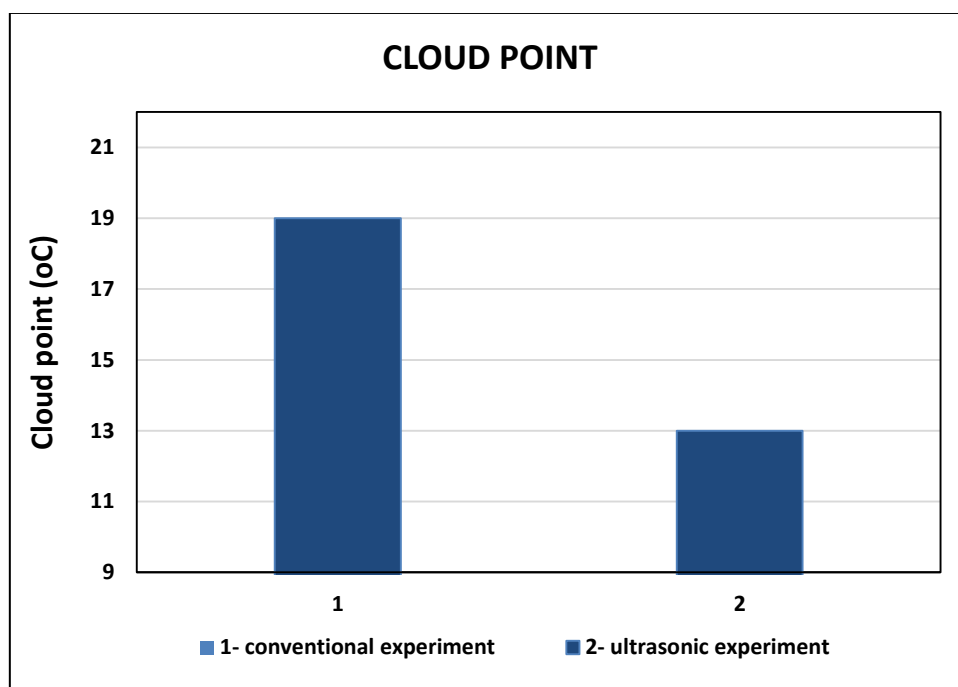
**Figure 1.** The effect on kinematic viscosity of conventional method / ultrasonic method

When ultrasonic energy was applied, the kinematic viscosity decreased from 5.5 to 4.2 (Fig. 1). Figure 2 shows the effect on the pour point of conventional method / ultrasonic method.



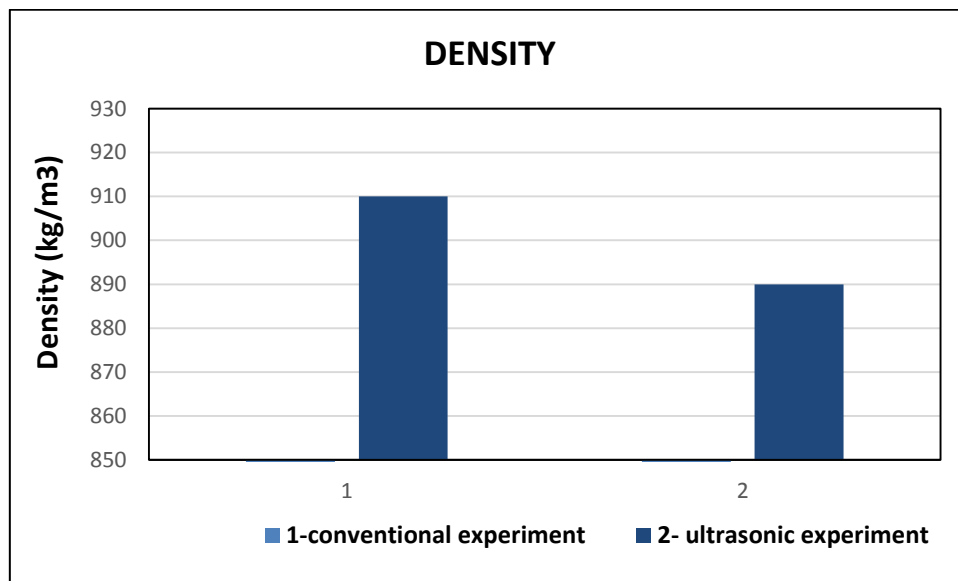
**Figure 2.** The effect on pour point of conventional method / ultrasonic method

As shown in Figure 2, the pour point of the beef tallow biodiesel produced by the conventional method was +12°C, while the ultrasonic method was +10°C. Figure 3 shows the effect on the cloud point of conventional method / ultrasonic method.



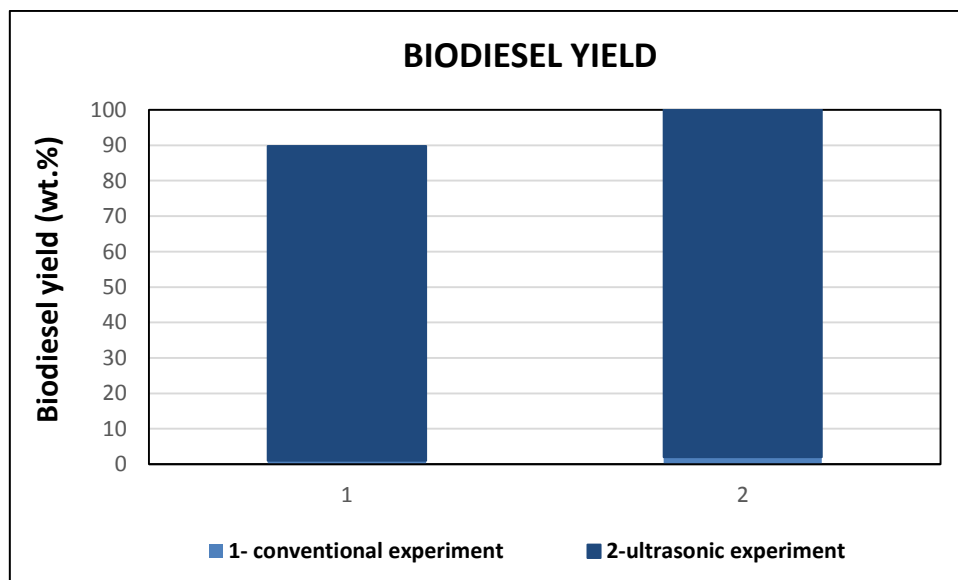
**Figure 3.** The effect on cloud point of conventional method / ultrasonic method

As shown in Figure 3, the cloud point of the beef tallow biodiesel produced by the conventional method was +19°C, while the ultrasonic method was +13°C. Figure 4 shows the effect on the density of conventional method / ultrasonic method.



**Figure 4.** The effect on density of conventional method / ultrasonic method

When ultrasonic energy was applied, the density decreased from 910 to 890 (Fig. 4). Figure 5 shows the effect on the biodiesel yield of conventional method / ultrasonic method.



**Figure 5.** The effect on biodiesel yield of conventional method / ultrasonic method

As shown in Figure 5, the yield of the beef tallow biodiesel produced by the conventional method was 88.78%, while the ultrasonic method was 99.55%.

When the figures (1- 5) were generally evaluated, it was seen that the ultrasound energy positively affected the transesterification reaction. When ultrasound energy was applied, both cold flow properties of beef tallow biodiesel improved and product yield increased.

## REFERENCES

- [1] L.S. Teixeira, E.S. Leão, A.F. Dantas, H.L. Pinheiro, A.C. Costa, J.B. De Andrade, Determination of formaldehyde in Brazilian alcohol fuels by flow-injection solid phase spectrophotometry, *Talanta* 64(3) (2004) 711-715.
- [2] F. Ma, M.A. Hanna, Biodiesel production: a review, *Bioresource technology* 70(1) (1999) 1-15.
- [3] A. Souza, H. Danta, M. Silva, I. Santos, V. Fernandes, F. Sinfrônio, L. Teixeira, C. Novák, Thermal and kinetic evaluation of cotton oil biodiesel, *Journal of thermal analysis and calorimetry* 90(3) (2007) 945-949.
- [4] T.H. DOĞAN, Kızartma Prosesinin Atık Bitkisel Yağlardan Elde Edilen Biyodizel YAME Ürünü Üzerine Etkilerinin Araştırılması, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 11(3) 459-466.
- [5] L.S. Teixeira, J.C. Assis, D.R. Mendonça, I.T. Santos, P.R. Guimarães, L.A. Pontes, J.S. Teixeira, Comparison between conventional and ultrasonic preparation of beef tallow biodiesel, *Fuel Processing Technology* 90(9) (2009) 1164-1166.
- [6] T.H. Doğan, H. Temur, Effect of fractional winterization of beef tallow biodiesel on the cold flow properties and viscosity, *Fuel* 108 (2013) 793-796.
- [7] B. Sajjadi, A.A. Aziz, S. Ibrahim, Mechanistic analysis of cavitation assisted transesterification on biodiesel characteristics, *Ultrasonics sonochemistry* 22 (2015) 463-473.
- [8] A.V. Mohod, P.R. Gogate, G. Viel, P. Firmino, R. Giudici, Intensification of biodiesel production using hydrodynamic cavitation based on high speed homogenizer, *Chemical Engineering Journal* 316 (2017) 751-757.
- [9] I. Korkut, M. Bayramoglu, Ultrasound assisted biodiesel production in presence of dolomite catalyst, *Fuel* 180 (2016) 624-629.
- [10] R.i. Nakayama, M. Imai, J.M. Woodley, Ultrasound-assisted production of biodiesel FAME from rapeseed oil in a novel two-compartment reactor, *Journal of Chemical Technology & Biotechnology* 92(3) (2017) 657-665.

## $q$ - STARLIKENESS CONDITIONS OF ANALYTIC AND UNIVALENT FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR

Department of Mathematics, aculty of Science and Letters, Kafkas University

### ABSTRACT

In this study, using  $q$ -derivative, we introduce and investigate a subclass of analytic and univalent functions  $S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ , which we will call  $q$ -starlike function class of order  $\alpha$ . Here, we give the conditions for a function to belong to this class.

**Keywords:** Analytic function, Univalent function,  $q$ -derivative operator,  $q$ -starlike function of order alpha.

### 1. INTRODUCTION

Recently,  $q$ -derivative operator has been used to investigate several subclasses of analytic functions in different ways with different perspectives by many researchers and their interesting results are too voluminous to discuss. For example, to the extension of the theory of univalent functions can be used the theory of  $q$ -derivative. Also,  $q$ -derivative operators are used to construct several subclasses of analytic functions and so on.

Along with the prevalence of  $q$ -analysis methods in approximation theory, the study of operators sequence has attracted more and more attention. It has been shown that linear positive operators constructed by  $q$ -numbers are quite effective as far as the rate of convergence is concerned and we can have some unexpected results, which are not observed for classical case.

By using the properties of  $q$ -derivative shown (Ali, 2006) that  $q$ -Szász Mirakyan operators are convex if the function involved is convex, generalizing well known results for  $q=1$ . Also, they show (Ali, 2006) that  $q$ -derivatives of these operators converge to  $q$ -derivatives of approximated functions.

In his fundamental paper (Jackson, 1908) Jackson, introduced the  $q$ -derivative operator  $D_q$  of the function  $f(z)$  as follows

$$D_q f(z) = \begin{cases} \frac{f(z) - f(qz)}{(1-q)z}, & \text{if } z \neq 0, \\ f'(0) & , \text{if } z = 0 \end{cases} \quad (1.1)$$

for  $q \in (0,1)$ .

The formulas for the  $q$ -derivative  $D_q$  of a product and a quotient of functions are

$$D_q z^n = [n]_q z^{n-1}, \quad n \in \mathbb{N}, \quad (1.2)$$

where  $[n]_q = \sum_{k=1}^n q^{k-1}$ ,  $[0]_q = 0$  is the  $q$ -analogue of the natural numbers (which called the basic number  $n$ ). It follows that  $\lim_{q \rightarrow 1} [n]_q = n$  and  $[n]_q = (1 - q^n) / (1 - q)$  for  $q \in (0, 1)$ .

Also,

$$D_q [f(z)g(z)] = g(z)D_q f(z) + f(qz)D_q g(z), \quad (1.3)$$

$$D_q \left[ \frac{f(z)}{g(z)} \right] = \frac{g(z)D_q f(z) - f(qz)D_q g(z)}{g(qz)g(z)}, \quad g(qz)g(z) \neq 0 \quad (1.4)$$

and the general Leibniz rule for action of powers of the  $q$ -derivative operator on a product of functions is

$$D_q^{(n)} (fg)(z) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k}_q D_q^{(k)} f(z) D_q^{(n-k)} g(q^k z), \quad (1.5)$$

where  $\binom{n}{k}_q$  is  $q$ -binomial coefficients and defined by  $\binom{n}{k}_q = \frac{[n]_q!}{[k]_q! [n-k]_q!}$  for  $k = 0, 1, 2, \dots, n$   $[n]_q! = \prod_{k=1}^n [k]_q$ ,  $[0]_q! = 1$  is factorial function. For more properties of the difference operator  $D_q$  see (Exton, 1983, Gasper, Rahman, 1990, Jackson, 1942).

It follows from (1.5) that  $D_q^2 f(z) = D_q (D_q f(z))$ , and  $D_q^n f(z) = D_q (D_q^{n-1} f(z))$  for  $n = 3, 4, \dots$ .

Let  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  on the complex plane. Also, let's  $A$  represented the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which are normalized by  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$  with expansion series

$$f(z) = z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \dots + a_n z^n + \dots = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.6)$$

Let  $T$  be the class of analytic functions  $f \in H(U)$ , which are normalized by  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$  with expansion series

$$f(z) = z - a_2 z^2 - a_3 z^3 - \dots - a_n z^n - \dots = z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \geq 0. \quad (1.7)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of functions which are also univalent in  $U$ .

Some of the important subclasses of  $S$  is  $S^*(\alpha)$  starlike functions of order  $\alpha$  ( $\alpha \in [0,1)$ ) in  $U$ . By definition (Duren, 1983, Godman, 1983, Srivastava, Owa, 1992)

$$S^*(\alpha) = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left( \frac{zf'(z)}{f(z)} \right) > \alpha, z \in U \right\}, \alpha \in [0,1). \quad (1.8)$$

It follows from (1.1) that

$$D_q f(z) = 1 + \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \quad (1.9)$$

and  $D_q(zD_q f(z)) = D_q f(z) + zD_q^2 f(z)$  for the function  $f \in A$ . It is clear that  $\lim_{q \rightarrow 1^-} D_q f(z) = f'(z)$  for the function  $f \in A$ .

For  $q \in (0,1)$  and  $\alpha \in [0,1)$ , we define the following subclass of analytic functions

$$S_q^*(\alpha) = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left( \frac{zD_q f(z)}{f(z)} \right) > \alpha, z \in U \right\}.$$

This subclass  $S_q^*(\alpha)$  we will call  $q$ -starlike function class of order  $\alpha$  ( $\alpha \in [0,1)$ ) of analytic and univalent functions.

Also, let's

$$TS_q^*(\alpha) = \left\{ f \in T : \operatorname{Re} \left( \frac{zD_q f(z)}{f(z)} \right) > \alpha, z \in U \right\}$$

for  $q \in (0,1)$  and  $\alpha \in [0,1)$ .

Denote that  $\lim_{q \rightarrow 1^-} D_q f(z) = f'(z) \Rightarrow \left[ \lim_{q \rightarrow 1^-} S_q^*(\alpha) = S^*(\alpha) \text{ and } \lim_{q \rightarrow 1^-} TS_q^*(\alpha) = TS^*(\alpha) \right]$ .

It is well known that one of the important problems in the theory of analytic functions is the coefficient problem of the certain subclasses of analytic functions. Many researchers (Brannan, Taha, 1986, Srivastava, Mishra, Goghayat, 2010, Taha, 1981, Xu, Gui, 2012, Xu, Xiao, Srivastava, 2012) have introduced and investigated several interesting subclasses of the analytic functions and they have found non-sharp estimates on the some initial coefficients.

Recently by Polatoğlu (Polatoğlu, 2016)  $q$ -starlike functions were investigated and by the study, basic characterization, growth theorem and distortion theorem were given for this class. Also, by Uçar Özkan (Uçar, Özkan, 2016)  $q$ -close-to-convex functions with respect to Janowski starlike functions were studied and by their study, basic characterization, growth theorem and distortion theorem for this class were given.



In this paper, we give sufficient, and sufficient and necessary conditions for the coefficients, respectively, for the subclasses of analytic functions  $S_q^*(\alpha)$  and  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** Let  $f \in A$  be defined by (1.6). Then, the function belongs to the class  $S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  if the following condition is satisfied

$$\sum_{n=2}^{\infty} \left( [n]_q - \alpha \right) |a_n| < 1 - \alpha. \quad (2.1)$$

The result is sharp for the functions

$$f_n(z) = z + \frac{1-\alpha}{[n]_q - \alpha} z^n, \quad n = 2, 3, 4, \dots \quad (2.2)$$

**Proof.** Let  $f \in S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Then,

$$\operatorname{Re} \left( z D_q f(z) / f(z) \right) > \alpha, \quad \alpha \in [0,1), \quad z \in U. \quad (2.3)$$

It suffices to show that

$$\left| \left( z D_q f(z) - f(z) \right) / f(z) \right| \leq 1 - \alpha. \quad (2.4)$$

By simple simplification from (2.4), we have

$$\left| \frac{z D_q f(z) - f(z)}{f(z)} \right| = \left| \frac{\sum_{n=2}^{\infty} \left( [n]_q - 1 \right) a_n z^n}{z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n} \right| \leq \frac{\sum_{n=2}^{\infty} \left( [n]_q - 1 \right) |a_n|}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} |a_n|}.$$

It is clear that the last expression in the last inequality is bounded by  $1 - \alpha$  if and only if

$$\sum_{n=2}^{\infty} \left( [n]_q - 1 \right) |a_n| \leq (1 - \alpha) \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} |a_n| \right),$$

which is equivalent to (2.1).

To see that the inequality obtained in theorem is sharp, we note that equality is attained in the inequality when  $f(z)$  is chosen one of the functions (2.2).

Really,

$$\sum_{k=2}^{\infty} \left( [k]_q - \alpha \right) \left| \frac{1-\alpha}{[k]_q - \alpha} \right| = \sum_{k=2}^{\infty} \left( [k]_q - \alpha \right) \frac{1-\alpha}{[k]_q - \alpha} = 1 - \alpha$$

for all functions

$$f_n(z) = z + \frac{1-\alpha}{[n]_q - \alpha} z^n, \quad n = 2, 3, 4, \dots$$

given by (2.2).

Thus, the proof of the Theorem 2.1 is completed.

For the function in class  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  the converse of the Theorem 2.1 is also true.

**Theorem 2.2.** *Let  $f \in T$  be defined by (1.7). Then, the function belongs to the class  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  if and only if satisfies inequality (2.1). The result obtained here is sharp.*

**Proof.** In view of the Theorem 2.1, we only need to prove the necessity of the theorem. Assume that  $f \in TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Then, we have

$$\operatorname{Re} \left[ \left( z - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^n \right) / \left( z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \right) \right] > \alpha. \quad (2.5)$$

The expression

$$\left( z - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^n \right) / \left( z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \right)$$

is real if choose  $z$  real. Thus, from the inequality (2.5) letting  $z \rightarrow 1$  through real values, we obtain

$$1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n \geq \alpha \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} a_n \right),$$

which is equivalent to (2.1).

To see that result obtained in the theorem is sharp, we note that equality is attained in the inequality when the function  $f(z)$  is chosen so that

$$f(z) = f_n(z) = z - \frac{1-\alpha}{[n]_q - \alpha} z^n, \quad n = 2, 3, \dots, \quad z \in U; \quad (2.6)$$

that is, the result obtained in the theorem is sharp for the functions  $f_n(z)$  defined by (2.6).

Thus, the proof of Theorem 2.2 is completed.

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In the present study, we give the necessary, and necessary and sufficient conditions for a function to belong to function classes  $S_q^*(\alpha)$  and  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ , respectively. The distortion bound and growth theorems can be given for the class  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Also, using same technique, the necessary, and necessary and sufficient conditions for a function to belong to function classes  $C_q(\alpha)$  and  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ , respectively can be obtained. Furthermore, distortion bound and growth theorems can be given for the class  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ .

### References

- Ali, A., Viyaj, G. 2006. The  $q$ - derivative and applications to  $q$ - Szasz Mirakyan operator. *Calcolo*, 43(3), 151-170.
- Brannan, D. A. and Taha, T. S. 1986. On some classes of bi-univalent functions. *Studia Univ. Babes-Bolyai Math.* 31, 70-77.
- Duren, P. L. 1983. *Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften*, Vol. 259, Springer, New York.
- Exton, H. 1983.  *$q$ - Hypergeometric Functions and Applications*. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Gasper, G. and Rahman, M. 1990. *Basic hypergeometric series*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Goodman, A. W. 1983. *Univalent Functions. Volume I, Polygonal*, Washington.
- Jackson, F. H. 1908. On  $q$ -functions and a certain difference operator. *Trans. Roy. Soc. Edin.* 46, 253-281.
- Jackson, F. H. 1942. On basic double hypergeometric functions. *Quart. J. Math.* 13, 69-82.
- Polatoğlu, Y. 2016. Growth and distortion theorems for generalized  $q$ - starlike functions. *Advances in Mathematics Scientific Journal*, 5(1), 7-12.
- Srivastava, H. M. and Owa, S. 1992. *Editors, Current Topics in Analytic Function Theory*. World Scientific, Singapore.
- Srivastava, H. M., Mishra, A. K. and Gochhayat, P. 2010. Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions. *Appl. Mat. Lett.* 23, 1188-1192.

- Taha, T. S. 1981. Topics in Univalent Function. Ph. D Thesis, University of London.
- Uçar Özkan, H. E. 2016. Coefficient inequality for  $q$ -starlike functions. Applied Mathematics and Computation, 276, 122-126.
- Xu, Q., Gui, Y. C. and Srivastava, H. M. 2012. Coefficient estimates for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. Appl. Mat. Lett. 25, 990-994.
- Xu, Q., Xiao, H. G. and Srivastava, H. M. 2012. A certain general subclass of analytic and bi-univalent functions and associated coefficient estimate problems. Appl. Mat. Comput. 218, 11461-11465.

## $q$ - CONVEXITY CONDITIONS OF ANALYTIC FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR, Oğuzhan DERYA

Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters, Kafkas University

### ABSTRACT

In this study, using  $q$ -derivative, we introduce and investigate a subclass of analytic and univalent functions  $C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ , which we will call  $q$ -convex function class of order  $\alpha$ . In the study, we give the conditions for a function to belong to this class.

**Keywords:** Analytic function, Univalent function,  $q$ -derivative operator,  $q$ -convex function of order alpha.

### 1. INTRODUCTION

Recently,  $q$ -derivative operator has been used to investigate several subclasses of analytic functions in different ways with different perspectives by many researchers and their interesting results are too voluminous to discuss. For example, to the extension of the theory of univalent functions can be used the theory of  $q$ -derivative. Also,  $q$ -derivative operators are used to construct several subclasses of analytic functions and so on.

Along with the prevalence of  $q$ -analysis methods in approximation theory, the study of operators sequence has attracted more and more attention. It has been shown that linear positive operators constructed by  $q$ -numbers are quite effective as far as the rate of convergence is concerned and we can have some unexpected results, which are not observed for classical case.

By using the properties of  $q$ -derivative shown (Ali, 2006) that  $q$ -Szász Mirakyan operators are convex if the function involved is convex generalizing well known results for  $q=1$ . Also, they show (Ali, 2006) that  $q$ -derivatives of these operators converge to  $q$ -derivatives of approximated functions.

In his fundamental paper (Jackson, 1908) Jackson, introduced the  $q$ -derivative operator  $D_q$  of the function  $f(z)$  as follows

$$D_q f(z) = \begin{cases} \frac{f(z) - f(qz)}{(1-q)z}, & \text{if } z \neq 0, \\ f'(0) & , \text{if } z = 0 \end{cases} \quad (1.1)$$

for  $q \in (0,1)$ .

The formulas for the  $q$ -derivative  $D_q$  of a product and a quotient of functions are

$$D_q z^n = [n]_q z^{n-1}, \quad n \in \mathbb{N}, \quad (1.2)$$

where  $[n]_q = \sum_{k=1}^n q^{k-1}$ ,  $[0]_q = 0$  is the  $q$ -analogue of the natural numbers (which called the basic number  $n$ ). It follows that  $[1]_q = 1$ ,  $\lim_{q \rightarrow 1} [n]_q = n$  and  $[n]_q = (1 - q^n)/(1 - q)$  for  $q \in (0, 1)$ .

Also,

$$D_q [f(z)g(z)] = g(z)D_q f(z) + f(qz)D_q g(z), \quad (1.3)$$

$$D_q \left[ \frac{f(z)}{g(z)} \right] = \frac{g(z)D_q f(z) - f(qz)D_q g(z)}{g(qz)g(z)}, \quad g(qz)g(z) \neq 0 \quad (1.4)$$

and the general Leibniz rule for action of powers of the  $q$ -derivative operator on a product of functions is

$$D_q^{(n)} (fg)(z) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k}_q D_q^{(k)} f(z) D_q^{(n-k)} g(q^k z), \quad (1.5)$$

where  $\binom{n}{k}_q$  is  $q$ -binomial coefficients and defined by  $\binom{n}{k}_q = \frac{[n]_q!}{[k]_q! [n-k]_q!}$  for  $k = 0, 1, 2, \dots, n$   $[n]_q! = \prod_{k=1}^n [k]_q$ ,  $[0]_q! = 1$  is factorial function. For more properties of the difference operator  $D_q$  see (Exton, 1983, Gasper, Rahman, 1990, Jackson, 1942).

It follows from (1.5) that  $D_q^2 f(z) = D_q (D_q f(z))$ , and  $D_q^n f(z) = D_q (D_q^{n-1} f(z))$  for  $n = 3, 4, \dots$ .

Let  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  on the complex plane. Also, let's  $A$  represented the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which are normalized by  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$  with expansion series

$$f(z) = z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \dots + a_n z^n + \dots = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.6)$$

Let  $T$  be the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which are normalized by  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$  with expansion series

$$f(z) = z - a_2 z^2 - a_3 z^3 - \dots - a_n z^n - \dots = z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \geq 0. \quad (1.7)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of functions which are also univalent in  $U$ .

Some of the important subclasses of  $S$  is  $C(\alpha)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  convex functions of order  $\alpha$  in  $U$ . By definition (Duren, 1983, Godman, 1983, Srivastava, Owa, 1992)

$$C(\alpha) = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left( \frac{zf'(z)}{f(z)} \right) > \alpha, z \in U \right\}. \quad (1.8)$$

It follows from (1.1) that

$$D_q f(z) = 1 + \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \quad (1.9)$$

and  $D_q(zD_q f(z)) = D_q f(z) + zD_q^2 f(z)$  for the function  $f \in S$ . It is clear that  $\lim_{q \rightarrow 1^-} D_q f(z) = f'(z)$  for the function  $f \in S$ .

For  $q \in (0,1)$  and  $\alpha \in [0,1)$ , we define by  $C_q(\alpha)$  the subclass of  $A$ , which we will call  $q$ -convex functions of order  $\alpha$  and given as follows

$$C_q(\alpha) = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left( \frac{D_q(zD_q f(z))}{D_q f(z)} \right) > \alpha, z \in U \right\}.$$

Also, let's

$$TC_q(\alpha) = \left\{ f \in T : \operatorname{Re} \left( \frac{D_q(zD_q f(z))}{D_q f(z)} \right) > \alpha, z \in U \right\}.$$

It is clear that  $\lim_{q \rightarrow 1^-} D_q f(z) = f'(z) \Rightarrow \lim_{q \rightarrow 1^-} C_q(\alpha) = C(\alpha)$ .

It is well known that one of the important problems in the theory of analytic functions is the coefficient problem of the certain subclasses of analytic functions. Many researchers (Brannan, Taha, 1986, Srivastava, Mishra, Goghayat, 2010, Taha, 1981, Xu, Gui, 2012, Xu, Xiao, Srivastava, 2012) have introduced and investigated several interesting subclasses of the analytic functions and they have found non-sharp estimates on the some initial coefficients.

Recently by Polatoğlu (Polatoğlu, 2016)  $q$ -starlike functions were investigated and by the study, basic characterization, growth theorem and distortion theorem were given for this class. Also, by Uçar Özkan (Uçar, Özkan, 2016)  $q$ -close-to-convex functions with respect to Janowski starlike functions were studied and by their study, basic characterization, growth theorem and distortion theorem for this class were given.

In this paper, we give sufficient, and sufficient and necessary conditions for the coefficients, respectively, for the subclasses of analytic functions  $C_q(\alpha)$  and  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** *Let  $f \in A$  be defined by (1.6). Then, the function belongs to the class  $C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  if the following condition is satisfied*

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q \left( [n-1]_q + 1 - \alpha \right) |a_n| \leq 1 - \alpha. \quad (2.1)$$

The result is sharp for the functions

$$f_n(z) = z + \frac{1 - \alpha}{[n]_q \left( [n-1]_q + 1 - \alpha \right)} z^n, \quad n = 2, 3, 4, \dots \quad (2.2)$$

**Proof.** Let  $f \in C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ . Then,

$$\operatorname{Re} \left( D_q \left( z D_q f(z) \right) / D_q f(z) \right) > \alpha, \quad \alpha \in [0, 1), \quad z \in U. \quad (2.3)$$

It suffices to show that

$$\left| z D_q^2 f(z) / D_q f(z) \right| \leq 1 - \alpha. \quad (2.4)$$

By simple simplification from (2.4), we have

$$\left| \frac{z D_q^2 f(z)}{D_q f(z)} \right| = \left| \frac{\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n z^{n-1}}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1}} \right| \leq \frac{\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q |a_n|}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q |a_n|}.$$

It is clear that the expression on the right of the last inequality is bounded by  $1 - \alpha$  if and only if

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q |a_n| \leq (1 - \alpha) \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q |a_n| \right),$$

which is equivalent to (2.1).

To see that the inequality obtained in theorem is sharp, we note that equality is attained in the inequality when  $f(z)$  is chosen one of the functions (2.2).

Really,

$$\sum_{k=2}^{\infty} [k]_q \left( [k]_q + 1 - \alpha \right) \frac{1 - \alpha}{[k]_q \left( [k-1]_q + 1 - \alpha \right)} = 1 - \alpha$$

for all

$$f_n(z) = z + \frac{1 - \alpha}{[n]_q \left( [n-1]_q + 1 - \alpha \right)} z^n, \quad n = 2, 3, 4, \dots$$

Thus, the proof of the Theorem 2.1 is completed.

For the function in class  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ , the converse of the Theorem 2.1 is also true.



**Theorem 2.2.** Let  $f \in T$  be defined by (1.7). Then, the function belongs to the class  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  if and only if satisfies inequality (2.1). The result obtained here is sharp.

**Proof.** In view of the Theorem 2.1, we only need to prove the necessity of the theorem. Assume that  $f \in TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Then, we have

$$\operatorname{Re} \left[ 1 + \left( -\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n z^{n-1} \right) / \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \right) \right] > \alpha. \quad (2.5)$$

The expression

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n z^{n-1} / \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \right)$$

is real if choose  $z$  real. Thus, from the inequality (2.5) letting  $z \rightarrow 1$  through real values, we obtain

$$\operatorname{Re} \left[ 1 + \left( -\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n \right) / \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n \right) \right] \geq \alpha,$$

that is,

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n \leq (1-\alpha) \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n \right).$$

The last inequality is equivalent to (2.1).

To see that result obtained in the theorem is sharp, we note that equality is attained in the inequality when the function  $f(z)$  is chosen so that

$$f(z) = f_n(z) = z - \frac{1-\alpha}{[n]_q ([n-1]_q + 1 - \alpha)} z^n, n = 2, 3, \dots, z \in U; \quad (2.6)$$

that is, the result obtained in the theorem is sharp for the functions  $f_n(z)$  defined by (2.6).

Thus, the proof of Theorem 2.2 is completed.

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In the study, we give the necessary, and necessary and sufficient conditions for a function to belong to  $C_q(\alpha)$  and  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  function classes, respectively. The distortion bound and growth theorems can be given for the class  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Also, using same technique, the necessary, and necessary and sufficient conditions for a function to belong to function classes  $S_q^*(\alpha)$  and  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ ,

respectively can be obtained. Furthermore, distortion bound and growth theorems can be given for the class  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ .

## References

- Ali, A., Viyaj, G. 2006. The  $q$  – derivative and applications to  $q$  – Szasz Mirakyan operator. *Calcolo*, 43(3), 151-170.
- Brannan, D. A. and Taha, T. S. 1986. On some classes of bi-univalent functions. *Studia Univ. Babes-Bolyai Math.* 31, 70-77.
- Duren, P. L. 1983. Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, Vol. 259, Springer, New York.
- Exton, H. 1983.  $q$  – Hypergeometric Functions and Applications. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Gasper, G. and Rahman, M. 1990. Basic hypergeometric series. Cambridge University Press, Cambridge.
- Goodman, A. W. 1983. Univalent Functions. Volume I, Polygonal, Washington.
- Jackson, F. H. 1908. On  $q$ -functions and a certain difference operator. *Trans. Roy. Soc. Edin*, 46, 253-281.
- Jackson, F. H. 1942. On basic double hypergeometric functions. *Quart. J. Math.* 13, 69-82.
- Polatoğlu, Y. 2016. Growth and distortion theorems for generalized  $q$  – starlike functions. *Advances in Mathematics Scientific Journal*, 5(1), 7-12.
- Srivastava, H. M. and Owa, S. 1992. Editors, Current Topics in Analytic Function Theory. World Scientific, Singapore.
- Srivastava, H. M., Mishra, A. K. and Gochhayat, P. 2010. Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions. *Appl. Mat. Lett.* 23, 1188-1192.
- Taha, T. S. 1981. Topics in Univalent Function. Ph. D Thesis, University of London.
- Uçar Özkan, H. E. 2016. Coefficient inequality for  $q$  – starlike functions. *Applied Mathematics and Computation*, 276, 122-126.
- Xu, Q., Gui, Y. C. and Srivastava, H. M. 2012. Coefficient estimates for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. *Appl. Mat. Lett.* 25, 990-994.

Xu, Q., Xiao, H. G. and Srivastava, H. M. 2012. A certain general subclass of analytic and bi-univalent functions and associated coefficient estimate problems. Appl. Mat. Comput. 218, 11461-11465.

COEFFICIENT AND FEKETE-SZEGÖ PROBLEM OF CERTAIN CLASS OF  
ANALYTIC FUNCTIONS DEFINED BY  $q$ - DERIVATIVE

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR

Department of Mathematics, aculty of Science and Letters, Kafkas University

ABSTRACT

In this study, we introduce and investigate a subclass  $S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  of analytic and univalent functions in the open unit disk in the complex plane. Here, we give the estimates for the coefficients of the function  $f \in S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Also, here we solve the Fekete-Szegö problem for the function belonging to this class.

**Keywords:** Analytic function, Univalent functions, Fekete-Szegö functional, Starlike function of order alpha.

1. INTRODUCTION

Let  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  and  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U$ . Also, let's  $A$  the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which satisfies the normalization conditions  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$ ; that is,

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.1)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of all functions which are also univalent in  $U$ .

Some of the important subclasses of  $S$  is starlike functions  $S^*(\alpha)$  of order  $\alpha \geq 0$ . By definition (Duren, 1983, Goodman, 1983, Srivastava, Owa 1992)

$$S^*(\alpha) = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \frac{zf'(z)}{f(z)} > \alpha, z \in U \right\}. \quad (1.2)$$

For convenience,  $S^* = S^*(0)$  is well-known starlike functions in  $U$ . It is well known that geometrically a function  $f \in A$  is called starlike in  $U$  if  $f(U)$  is starlike domain in the complex plane. In other words, geometrically starlike functions satisfies the condition  $\operatorname{Re} \left( \frac{zf'(z)}{f(z)} \right) > 0$ . Also, it is clear that  $S^*(\alpha) \subset S^*$  for  $\alpha \in [0,1)$ .

Among the important tools in the theory of analytic functions are Hankel determinant, which defined by coefficients of the function  $f \in S$  as  $H_q(n) = \begin{vmatrix} a_j \\ j=n, n+q-1 \\ j=n, n+q-1 \end{vmatrix}^{j=n, n+q-1}$ ,  $a_1=1$ ,  $n=1,2,3,\dots$ ,  $q=1,2,3,\dots$  (Noonan, Thomas, 1976). The functional  $H_2(1) = a_3 - a_2^2$  is known as

the Fekete-Szegö functional and one usually considers the further generalized functional  $H_2(1, \mu) = a_3 - \mu a_2^2$ , where  $\mu$  is a number (Fekete, Szegö, 1933). Finding upper bound for  $|a_3 - \mu a_2^2|$  is known as the Fekete-Szegö problem in the theory of analytic functions.

In 1969 Koehn and Merkes (Koehn, Merkes, 1969) solved the Fekete-Szegö problem for the classes of starlike and convex functions for some number  $\mu$ . The Fekete-Szegö problem has been investigated by many mathematicians for several subclasses of analytic functions (Caglar, Aslan, 2016, Mustafa, 2017, Mustafa, Akbulut, 2018, Mustafa, Akbulut, 2019, Noonan, Thomas, 1976, Orhan, Deniz, Raducanu, 2010).

Recently,  $q$ -derivative operator has been used to investigate several subclasses of analytic functions in different ways with different perspectives by many researchers and their interesting results are too voluminous to discuss. For example, the extension of the theory of univalent functions can be used to describe the theory of  $q$ -derivative,  $q$ -derivative operator are also used to construct several subclasses of analytic functions and so on.

Along with the prevalence of  $q$ -analysis methods in approximation theory, the study of operators sequence has attracted more and more attention. It has been shown that linear positive operators constructed by  $q$ -numbers are quite effective as far as the rate of convergence is concerned and we can have some unexpected results, which are not observed for classical case.

By using the properties of  $q$ -derivative shown (Ali, 2006) that  $q$ -Szász Mirakyan operators are convex if the function involved is convex, generalizing well known results for  $q=1$ . Also, they (Ali, 2006) show that  $q$ -derivatives of these operators converge to  $q$ -derivatives of approximated functions.

In his fundamental paper (Jackson, 1908) Jackson for  $q \in (0,1)$  introduced the  $q$ -derivative operator  $D_q$  of the function  $f(z)$  as follows

$$D_q f(z) = \begin{cases} \frac{f(z) - f(qz)}{(1-q)z}, & \text{if } z \neq 0, \\ f'(0) & , \text{if } z = 0. \end{cases} \quad (1.3)$$

The formulas for the  $q$ -derivative  $D_q$  of a product and a quotient of functions are

$$D_q z^n = [n]_q z^{n-1}, \quad n \in \mathbb{N}, \quad (1.4)$$

where  $[n]_q = \sum_{k=1}^n q^{k-1}$ ,  $[0]_q = 0$  is the  $q$ -analogue of the natural numbers (which called the basic number  $n$ ). It follows that  $[1]_q = 1$ ,  $\lim_{q \rightarrow 1} [n]_q = n$  and  $[n]_q = (1 - q^n)/(1 - q)$  for  $q \in (0,1)$ .

Also,

$$D_q [f(z)g(z)] = g(z)D_q f(z) + f(qz)D_q g(z), \quad (1.4)$$

$$D_q \left[ \frac{f(z)}{g(z)} \right] = \frac{g(z)D_q f(z) - f(z)D_q g(z)}{g(qz)g(z)}, \quad g(qz)g(z) \neq 0 \quad (1.5)$$

and the general Leibniz rule for action of powers of the  $q$ -derivative operator on a product of functions is

$$D_q^{(n)}(fg)(z) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k}_q D_q^{(k)} f(z) D_q^{(n-k)} g(q^k z), \quad (1.6)$$

where  $\binom{n}{k}_q$  is  $q$ -binomial coefficients, defined by  $\binom{n}{k}_q = \frac{[n]_q!}{[k]_q! [n-k]_q!}$  for  $k = 0, 1, 2, \dots, n$

and  $[n]_q! = \prod_{k=1}^n [k]_q$ ,  $[0]_q! = 1$  is factorial function. For more properties of the difference operator  $D_q$  see (Exton, 1983, Gasper, Rahman, 1990, Jackson, 1942).

It follows from (1.6) that  $D_q^2 f(z) = D_q(D_q f(z))$ , and  $D_q^n f(z) = D_q(D_q^{n-1} f(z))$  for  $n = 3, 4, \dots$ .

Let  $f \in S$ . For  $q \in (0, 1)$ , we define by  $S_q^*(\alpha)$  the subclass of  $S$  which we will call  $q$ -starlike functions of order  $\alpha \geq 0$

$$S_q^*(\alpha) = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \frac{z D_q f(z)}{f(z)} > \alpha, z \in U \right\},$$

In this study, we obtain some estimates for the coefficients of the function  $f \in S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ . Also, here we give a upper bound estimate for the Fekete-Szegö functional  $|a_3 - \mu a_2^2|$ , when  $f \in S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ .

In order to prove our main results, we need the following lemmas (Libera, Zlotkiewics, 1982, Keog, Merkes, 1969) concerning functions in the class  $P$ , i. e. analytic functions  $p$  such that  $p(0) = 1$  and  $\operatorname{Re}(p(z)) > 0$  for all  $z \in U$ . That is,  $p \in P$  have the power series expansion as follows

$$p(z) = 1 + p_1 z + p_2 z^2 + p_3 z^3 + \dots, \quad z \in U.$$

**Lemma 1.1.** *Let  $p \in P$ , then  $|p_n| \leq 2$  for every  $n = 1, 2, 3, \dots$ . These inequalities are sharp for each  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Moreover,*

$$2p_2 = p_1^2 + (4 - p_1^2)x,$$

$$4p_3 = p_1^3 + 2(4 - p_1^2)p_1 x - (4 - p_1^2)p_1 x^2 + 2(4 - p_1^2)(1 - |x|^2)z$$

for some complex  $x, z$  with  $|x| \leq 1$ ,  $|z| \leq 1$ .

**Lemma 1.2.** Let  $p \in P$ . Then,

$$\left| p_2 - \frac{\nu}{2} p_1^2 \right| \leq 2 \max \{1, |\nu - 1|\} = \begin{cases} 2, & \nu \in [0, 2], \\ 2|\nu - 1|, & \text{elsewhere.} \end{cases}$$

for all  $\nu \in \mathbb{R}$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ . Then,

$$|a_2| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1}, \quad |a_3| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[3]_q - 1} \left( 1 + \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} \right)$$

and

$$|a_n| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[n]_q - 1} \left( 1 + \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} + \sum_{k=3}^{n-1} \frac{2(1-\alpha)}{[k]_q - 1} \left( 1 + \sum_{j=2}^{k-1} \frac{2(1-\alpha)}{[j]_q - 1} \right) \right)$$

for all  $n = 4, 5, \dots$

**Proof.** Let  $f \in S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ . Then,

$$\frac{zD_q f(z)}{f(z)} = \alpha + (1-\alpha)p(z). \tag{2.1}$$

Upon simplification, we obtain

$$\sum_{n=2}^{\infty} ([n]_q - 1) a_n z^n = (1-\alpha) \left[ \left( z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \right) \times \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n \right].$$

Comparing coefficient of  $z^n$ , we get

$$([n]_q - 1) a_n = (1-\alpha) (p_{n-1} + p_{n-2} a_2 + \dots + p_1 a_{n-1}). \tag{2.2}$$

Using triangle inequality and Lemma 1.1, we write

$$([n]_q - 1) |a_n| \leq 2(1-\alpha) (1 + |a_2| + \dots + |a_{n-1}|). \tag{2.3}$$

For  $n = 2$  and  $n = 3$  in (2.3), we can get the following easily

$$|a_2| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1}, \quad |a_3| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[3]_q - 1} \left( 1 + \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} \right).$$

Making  $n = 4$  in (2.3), we get

$$|a_4| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[4]_q - 1} \left( 1 + \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} + \frac{2(1-\alpha)}{[3]_q - 1} \left( 1 + \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} \right) \right).$$

In general, by using the principal of mathematical induction, we can obtain

$$|a_n| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[n]_q - 1} \left( 1 + \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} + \sum_{k=3}^{n-1} \frac{2(1-\alpha)}{[k]_q - 1} \left( 1 + \sum_{j=2}^{n-2} \frac{2(1-\alpha)}{[j]_q - 1} \right) \right), \quad n = 4, 5, \dots .$$

From the Theorem 2.1, we arrive at the following result.

**Corollary 2.1.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S_q^*$ ,  $q \in (0,1)$ . Then,*

$$|a_2| \leq \frac{2}{[2]_q - 1}, \quad |a_3| \leq \frac{2}{[3]_q - 1} \left( 1 + \frac{2}{[2]_q - 1} \right)$$

and

$$|a_n| \leq \frac{2}{[n]_q - 1} \left( 1 + \frac{2}{[2]_q - 1} + \sum_{k=3}^{n-1} \frac{2}{[k]_q - 1} \left( 1 + \sum_{j=2}^{n-2} \frac{2}{[j]_q - 1} \right) \right)$$

for all  $n = 4, 5, \dots$  .

**Theorem 2.2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  and  $\mu \in \mathbb{U}$  . Then,*

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2(1-\alpha)|\nu-1|}{[3]_q - 1},$$

where

$$\nu = \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} \left( \frac{[3]_q - 1}{[2]_q - 1} \mu - 1 \right).$$

**Proof.** Let  $f \in S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  and  $\mu \in \mathbb{U}$  . Then, from (2.2) we have

$$a_2 = \frac{1-\alpha}{[2]_q - 1} p_1, \quad a_3 = \frac{1-\alpha}{[3]_q - 1} \left( p_2 + \frac{1-\alpha}{[2]_q - 1} p_1^2 \right). \quad (2.4)$$

Substituting the values  $a_2$  and  $a_3$  from (2.4) in the Fekete-Szegö functional  $a_3 - \mu a_2^2$ , we obtain



$$|a_3 - \mu a_2^2| = \frac{1-\alpha}{[3]_q - 1} \left| p_2 - \frac{1-\alpha}{[2]_q - 1} \left( \frac{[3]_q - 1}{[2]_q - 1} \mu - 1 \right) p_1^2 \right|.$$

Using Lemma 1.2 to the last equality, we can write

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2(1-\alpha)|\nu - 1|}{[3]_q - 1},$$

where

$$\nu = \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} \left( \frac{[3]_q - 1}{[2]_q - 1} \mu - 1 \right).$$

Thus the proof of Theorem 2.2 is completed.

From Theorem 2.2, we obtain the following results.

**Corollary 2.2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S_q^*$ ,  $q \in (0,1)$  and  $\mu \in \mathbb{C}$ . Then,*

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2|\nu - 1|}{[3]_q - 1},$$

where

$$\nu = \frac{2}{[2]_q - 1} \left( \frac{[3]_q - 1}{[2]_q - 1} \mu - 1 \right).$$

**Corollary 2.3.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Then,*

$$|a_3 - a_2^2| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[3]_q - 1}.$$

**Corollary 2.4.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S_q^*$ ,  $q \in (0,1)$ . Then,*

$$|a_3 - a_2^2| \leq \frac{2}{[3]_q - 1}.$$

**Corollary 2.5.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Then,*

$$|a_3| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[3]_q - 1} \left( 1 + \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q - 1} \right).$$

**Note:** As seen, the inequality obtained in Corollary 2.5 verified the inequality for  $|a_3|$  obtained in Theorem 2.1.

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this study, we find the upper bound estimate for the functional  $|a_3 - \mu a_2^2|$ , where  $\mu$  is a complex number and  $f \in S_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Also, here we give estimates for the modulus  $|a_n|$  of the coefficients  $a_n$ ,  $n = 2,3,4,\dots$  of the function  $f \in S_q^*(\alpha)$ . Using same technique, we can find estimate for the functional  $|a_3 - \mu a_2^2|$  when  $f \in C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ , where  $C_q(\alpha)$  is  $q$ -convex function class of order  $\alpha$ . Furthermore, we can give estimates for modulus  $|a_n|$  of the coefficients  $a_n$ ,  $n = 2,3,4,\dots$  when  $f \in C_q(\alpha)$ .

### References

- Ali, A., Vijaj, G. 2006. The  $q$ -derivative and applications to  $q$ -Szász Mirakyan operator. *Calcolo*, 43(3), 151-170.
- Caglar, M. & Aslan, S. 2016. Fekete-Szegö inequalities for subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate condition. *AIP Conference Proceedings* 2016; 1726, 020078, doi:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4945904>.
- Duren, P. L. 1983. *Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften* 259, Springer-Verlag, New York.
- Exton, H. 1983.  *$q$ -Hypergeometric Functions and Applications*. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Fekete, M., Szegö G. 1933. Eine Bemerkung uber ungerade schlichte Funktionen. *J. London Math. Soc.* 8, 85-89 (in German).
- Gaspar, G., Rahman, M. 1990. *Basic hypergeometric series*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Goodman, A. W. 1983. *Univalent Functions. Volume I, Polygonal*, Washington.
- Jackson, F. H. 1908. On  $q$ -functions and a certain difference operator. *Trans. Roy. Soc. Edin.* 46, 253-281.
- Jackson, F. H. 1942. On basic double hypergeometric functions. *Quart. J. Math.* 1, 69-82.
- Koegh, F. R., Merkes E. P. 1969. A coefficient inequality for certain classes of analytic

- functions. P Amer. Math. Soc. 20, 8-12.
- Libera, R. J. and Zlotkiewics E. J. 1982. Early coefficients of the inverse of a regular convex function. Proc. Amer. Math. Soc. 85(2) 225-230.
- Mustafa, N. 2017. Fekete-Szegö problem for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 4(8), 390-400.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2018. Application of the second Chebyshev polynomials to coefficient estimates of analytic functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 5(6), 143-148.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2019. Application of the second kind Chebyshev polynomial to the Fekete-Szegö problem of certain class analytic functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 6(2), 154-163.
- Noonan, J. W., Thomas, D. K. 1976. On the second Hankel determinant of areally mean  $p$  – valent functions. T. Amer. Math. Soc. 223, 337-346.
- Orhan, H., Deniz, E. & Raducanu, D. 2010. The Fekete-Szegö problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains. Comput. Math. Appl. 59, 283-295.
- Srivastava, H. M., Owa, S. 1992. Editors, Current Topics in Analytic Function Theory. World Scientific, Singapore.

ON THE FEKETE-SZEGÖ TYPE FUNCTIONAL OF CERTAIN CLASS ANALYTIC  
AND UNIVALENT FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR,

Oğuzhan DERYA

Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters, Kafkas University

ABSTRACT

In this study, we introduce and investigate the Fekete-Szegö functional  $\overline{H_2}(1, \mu) = \delta_1 \delta_3 - \delta_2^2$  of the function  $g(z) = \log(f(z)/z)$  for the analytic and univalent function  $f(z) = z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \dots$ ,  $z \in U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$ , where  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  and  $\delta_3$  are first three coefficients from the series expansion of the function  $g(z)$ . Here, we obtain upper bound estimate for the functional  $|\delta_1 \delta_3 - \delta_2^2|$ , when  $f \in C$ .

**Keywords:** Analytic function, Fekete-Szegö type functional, Convex function.

1. INTRODUCTION

Let  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  and  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U$ . Also, let's  $A$  the class of analytic functions  $f \in H(U)$ , which satisfies the normalization conditions  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$ ; that is,

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.1)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of all functions which are also univalent in  $U$ . It is well known that a function  $f \in S$  is called convex in  $U$  if  $f(U)$  is convex domain in the complex plane and denoted by  $C$ . Convex function class  $C$  given as follows (Duren, 1983, Goodman, 1983)

$$C = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left( \frac{(zf'(z))'}{f'(z)} \right) > 0, z \in U \right\}.$$

Among the important tools in the theory of analytic functions are Hankel determinant, which defined by coefficients of the function  $f \in S$  as  $H_q(n) = \begin{vmatrix} a_j \\ j=n, n+q-1 \\ j=n, n+q-1 \end{vmatrix}^{j=n, n+q-1}$ ,  $a_1=1$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ ,  $q=1, 2, 3, \dots$  (Noonan, Thomas, 1976). Generally, these determinants was investigated by researchers with  $q=2$ . The functional  $H_2(1) = a_3 - a_2^2$  is known as the Fekete-Szegö functional and one usually considers the further generalized functional

$H_2(1, \mu) = a_3 - \mu a_2^2$ , where  $\mu$  is a number (Fekete, Szegö, 1933). Finding upper bound for  $|a_3 - \mu a_2^2|$  is known as the Fekete-Szegö problem in the theory of analytic functions.

In 1969 Koehn and Merkes (Koehn, Merkes, 1969) solved the Fekete-Szegö problem for the classes of starlike and convex functions for some real  $\mu$ . The Fekete-Szegö problem has been investigated by many mathematicians for several subclasses of analytic functions (Caglar, Aslan, 2016, Mustafa, 2017, Mustafa, Akbulut, 2018, Mustafa, Akbulut, 2019, Noonan, Thomas, 1976, Orhan, Deniz, Raducanu, 2010).

It is well known that logarithmic coefficients  $\delta_n$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$  of a function  $f \in S$  are defined from the following equality with differentiating

$$g(z) = \log(f(z)/z) = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \delta_n z^n \quad (1.2)$$

and play a central role in the theory of univalent functions (Thomas, 2018).

By Thomas (Thomas, 2018) given sharp estimates for the modulus of the initial three coefficients of the function  $g(z)$  when the function  $f$  belong to some subclass of the analytic and univalent functions.

Let  $f \in S$ . We define the determinants  $\overline{H}_q(n) = \left| \delta_j \right|_{\substack{j=n, n+q-1 \\ j=n, n+q-1}}^{j=n, n+q-1}$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$ ,  $q = 1, 2, 3, \dots$ , where  $\delta_j$ ,  $j = 1, 2, 3, 4, \dots$  are the coefficients of the function  $g$ . The determinants  $\overline{H}_q(n)$  we next recall the logarithmic Hankel determinants of the function  $f$  or Hankel determinants of the function  $g$ . Also, we define the functional  $\overline{H}_2(1) = \delta_1 \delta_3 - \delta_2^2$ , more general  $\overline{H}_2(1) = \delta_1 \delta_3 - \mu \delta_2^2$  for some number  $\mu$ , which we will recall the Fekete-Szegö type functional of the function  $f$  or the Fekete-Szegö type functional of the function  $g$ . Finding upper bound for  $|\delta_1 \delta_3 - \mu \delta_2^2|$ , we will recall Fekete-Szegö type problem for the function  $f \in S$ .

In this study, we find the upper bound for the Fekete-Szegö type functional  $|\delta_1 \delta_3 - \delta_2^2|$ , when  $f \in C$ .

In order to prove our main results, we need the following lemma (Libera, Zlotkiewics, 1982) concerning functions in the class P, i. e. analytic functions  $p$  such that  $p(0) = 1$  and  $\operatorname{Re}(p(z)) > 0$  for all  $z \in U$ . That is,  $p \in P$  have the power series expansion as follows

$$p(z) = 1 + p_1 z + p_2 z^2 + p_3 z^3 + \dots, z \in U.$$

**Lemma 1.1.** *Let  $p \in P$ , then  $|p_n| \leq 2$  for every  $n = 1, 2, 3, \dots$ . These inequalities are sharp for each  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Moreover,*

$$2p_2 = p_1^2 + (4 - p_1^2)x,$$

$$4p_3 = p_1^3 + 2(4 - p_1^2)p_1x - (4 - p_1^2)p_1x^2 + 2(4 - p_1^2)(1 - |x|^2)z$$

for some complex  $x, z$  with  $|x| \leq 1, |z| \leq 1$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C$ . Then,

$$|\delta_1\delta_3 - \delta_2^2| \leq \frac{1}{30}.$$

**Proof.** Let  $f \in C$ . Then,

$$(zf'(z))' / f'(z) = p(z). \quad (2.1)$$

Replacing  $f'(z)$ ,  $(zf'(z))'$  and  $p(z)$  with their equivalent series expressions in (2.1), we have

$$\sum_{n=2}^{\infty} n(n-1)a_n z^{n-1} = \left(1 + \sum_{n=2}^{\infty} na_n z^{n-1}\right) \times \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n.$$

Upon simplification, we obtain

$$\begin{aligned} \sum_{n=2}^{\infty} n(n-1)a_n z^{n-1} = & \{p_1 z + (p_2 + 2p_1 a_2) z^2 + (p_3 + 2p_2 a_2 + 3p_1 a_3) z^3 \\ & + \dots + (p_{n-1} + 2p_{n-2} a_2 + 3p_{n-3} a_3 + \dots + (n-1)p_1 a_{n-1}) z^{n-1} + \dots\}. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Equating the coefficients of  $z^n$ ,  $n = 1, 2, 3, \dots$ , we get

$$n(n-1)a_n = [p_{n-1} + 2p_{n-2}a_2 + 3p_{n-3}a_3 + \dots + (n-1)p_1a_{n-1}], \quad n = 2, 3, 4, \dots;$$

that is,

$$a_n = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{k=1}^{n-1} k p_{n-k} a_k, \quad n = 2, 3, 4, \dots \quad (2.3)$$

From (2.3), we have

$$a_2 = \frac{p_1}{2}, \quad a_3 = \frac{1}{6}(p_2 + 2p_1 a_2), \quad a_4 = \frac{1}{12}(p_3 + 2p_2 a_2 + 3p_1 a_3). \quad (2.4)$$

Substituting the values of  $a_2$  and  $a_3$  in the next equalities in (2.4), after simplifying, we get

$$a_3 = \frac{1}{6}(p_2 + p_1^2), \quad a_4 = \frac{1}{24}(2p_3 + 3p_1 p_2 + p_1^3). \quad (2.5)$$

Differentiating both sides of (1.2) and upon simplification, comparing the coefficients of  $z^n$  for  $\delta_n$ ,  $n=1,2,3$ , we have

$$\delta_1 = \frac{a_2}{2}, \delta_2 = \frac{1}{4}(2a_3 - a_2^2), \delta_3 = \frac{1}{6}(3a_4 - 3a_2a_3 + a_2^3).$$

Considering the value of  $a_2$  from (2.4) and the values of  $a_3$  and  $a_4$  from (2.5) in (2.4), we obtain the following expression for  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  and  $\delta_3$

$$\delta_1 = \frac{p_1}{4}, \delta_2 = \frac{1}{48}(4p_2 + p_1^2), \delta_3 = \frac{1}{48}(2p_3 + p_1p_2). \quad (2.6)$$

Substituting the values of  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  and  $\delta_3$  from (2.6) in the expression  $\delta_1\delta_3 - \delta_2^2$ , we can write

$$\delta_1\delta_3 - \delta_2^2 = \frac{1}{2304} \times (24p_1p_3 + 4p_1^2p_2 - 16p_2^2 - p_1^4). \quad (2.7)$$

We now use Lemma 1.1 to express the coefficients  $p_2$  and  $p_3$  in term of  $p_1$  in right hand side of (2.7), we have

$$\begin{aligned} & 24p_1p_3 + 4p_1^2p_2 - 16p_2^2 - p_1^4 \\ &= 3p_1^4 + 6(4 - p_1^2)p_1^2x - 2(8 + p_1^2)(4 - p_1^2)x^2 + 12(4 - p_1^2)(1 - |x|^2)p_1z. \end{aligned}$$

Normalizing the coefficient  $p_1$  so that  $p_1 = t \in [0, 2]$ , setting  $|x| = \xi \in [0, 1]$ , and finally using triangle inequality to last equality, we obtain

$$\begin{aligned} & |24p_1p_3 + 4p_1^2p_2 - 16p_2^2 - p_1^4| \\ & \leq 3t^4 + 6(4 - t^2)t^2\xi + 2(t - 2)(t - 4)(4 - t^2)\xi^2 + 12(4 - t^2)t = F(t, \xi) \text{ (say)}. \end{aligned} \quad (2.8)$$

Here

$$F(t, \xi) = 3t^4 + 6(4 - t^2)t^2\xi + 2(t - 2)(t - 4)(4 - t^2)\xi^2 + 12(4 - t^2)t. \quad (2.9)$$

We next maximize the function  $F(t, \xi)$  on the closed rectangle  $\Omega = [0, 2] \times [0, 1]$ . Differentiating the function  $F(t, \xi)$  partially with respect to  $\xi$ , we get

$$F'_\xi(t, \xi) = 2(4 - t^2)[3t^2 + 2(t - 2)(t - 4)\xi].$$

Since  $F'_\xi(t, \xi) \geq 0$  on the closed rectangle  $\Omega$ , the function  $F(t, \xi)$  is an increasing function of  $\xi$  and hence it cannot have a maximum value at any point in the interior of the interval  $[0, 1]$ . So that,

$$\max \{F(t, \xi) : \xi \in [0, 1]\} = F(t, 1) = \varphi(t) \text{ (say)} \quad (2.10)$$

for fixed  $t \in [0, 2]$ .

In view of (2.10) and (2.9), after simplifying, we get

$$\varphi(t) = -5t^4 + 16t^2 + 64, \quad t \in [0, 2]. \quad (2.11)$$

We now use elementary calculus to find the maximum of the function  $\varphi(t)$  on the interval  $[0, 2]$ . By simple computation, we find

$$\varphi'(t) = -4t(5t^2 - 8). \quad (2.12)$$

Considering  $\varphi'(t) = 0$  from (2.12) we can easily see that  $t_1 = 0$  and  $t_2 = \sqrt{8/5}$  are two critical points for the function  $\varphi(t)$ .

We use the second derivative test to find extremal point of the function  $\varphi(t)$ . Differentiating (2.12), we get

$$\varphi''(t) = -60t^2 + 32. \quad (2.13)$$

From the equality (2.13), we can easily see that  $\varphi''(0) = 32 > 0$ ; that is, the point  $t_1 = 0$  is a minimum point of the function  $\varphi(t)$ .

We now discuss the case  $t_2 = \sqrt{8/5}$ . Using the value  $t_2$  in (2.13), after by simple computation, we obtain  $\varphi''(t_2) = -64 < 0$ .

Hence, by the second derivative test,  $\varphi(t)$  has a local maximum value at the point  $t_2$ . Therefore,

$$\max \{ \varphi(t) : t \in (0, 2) \} = \varphi(t_2) = \frac{384}{5}. \quad (2.14)$$

Also, since  $\varphi(2) = 48 < \frac{384}{5} = \varphi(t_2)$ , the function  $\varphi(t)$  has the maximum value on the interval  $[0, 2]$  in the point  $t_2$ .

Considering this fact, from (2.14), (2.10) and (2.8), we get

$$\left| 24p_1p_3 + 4p_1^2p_2 - 16p_2^2 - p_1^4 \right| \leq \frac{384}{5}. \quad (2.15)$$

From the expression (2.7) and inequality (2.15), we obtain the result of the theorem.

With this, the proof of Theorem 2.1 is completed.



### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this study, we find a upper bound for the functional  $|\delta_1\delta_3 - \delta_2^2|$ , when  $f \in C$ . Using same technique, we can find estimate for the functional  $|\delta_1\delta_3 - \delta_2^2|$  for the function  $f \in S^*$ . Also, we can find the sharp estimates for the modulus of the coefficients  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  and  $\delta_3$ , when  $f \in C$ . Furthermore, Fekete-Szegö and coefficient problem for the function  $g$ , when  $f \in C(\alpha)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  can be investigated.

#### References

- Caglar, M. & Aslan, S. 2016. Fekete-Szegö inequalities for subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate condition. AIP Conference Proceedings 2016; 1726, 020078, doi:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4945904>.
- Duren, P. L. 1983. Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften 259, Springer-Verlag, New York.
- Fekete, M., Szegö G. 1933. Eine Bemerkung uber ungerade schlichte Funktionen. J. London Math. Soc. 8, 85-89 (in German).
- Goodman, A. W. 1983. Univalent Functions. Volume I, Polygonal, Washington.
- Koegh, F. R., Merkes E. P. 1969. A coefficient inequality for certain classes of analytic functions. P Amer. Math. Soc. 20, 8-12.
- Libera, R. J. and Zlotkiewics E. J. 1982. Early coefficients of the inverse of a regular convex function. Proc. Amer. Math. Soc. 85(2) 225-230.
- Mustafa, N. 2017. Fekete-Szegö problem for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. Journal of Scientific and Engineering, 4(8), 390-400.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2018. Application of the second Chebyshev polynomials to coefficient estimates of analytic functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 5(6), 143-148.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2019. Application of the second kind Chebyshev polynomial to the Fekete-Szegö problem of certain class analytic functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 6(2), 154-163.
- Noonan, J. W., Thomas D. K. 1976. On the second Hankel determinant of areally mean  $p$ -valent functions. T. Amer. Math. Soc. 223, 337-346.

- Orhan, H., Deniz, E. & Raducanu, D. 2010. The Fekete-Szegö problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains. *Comput. Math. Appl.* 59, 283-295.
- Thomas Derek, K. 2018. On the coefficients of Gamma-Starlike functions. *J. Korean Math. Soc.* 55(1), 175-184.

A LARGE CLASS IN  $L_1[0,1]$  WITH FIXED POINT PROPERTY FOR  
NONEXPANSIVE MAPPINGS

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,  
Engin BOZYEL

Kafkas University

**ABSTRACT**

Goebel and Kuczumow showed that there exists a very large class of closed, bounded, convex subsets in Banach space of absolutely summable scalar sequences,  $\ell^1$  with fixed point property for nonexpansive mappings. In 2004, Kaczor and Prus investigated if similar result could be done for asymptotically nonexpansive mappings and they saw that there exists a large class of closed, bounded, convex subsets in  $\ell^1$  with fixed point property for affine asymptotically nonexpansive mappings. Inspired by Goebel and Kuczumow's facts, later, Lin proved that  $\ell^1$  can be renormed to have the fixed point property for nonexpansive mappings. His example was the first example of a nonreflexive Banach space which can be renormed to have the fixed point property. Researchers wonder whether or not there exist more examples. Maria and Hernandes Lineares showed that Banach space of Lebesgue integrable functions on  $[0,1]$ ,  $L_1[0,1]$  can be renormed to have fixed point property for affine nonexpansive mappings. However, there was no investigation for Goebel and Kuczumow's and Kaczor with Prus' analogies of this space. So we wonder if Kaczor and Prus' analogy can be done in  $L_1[0,1]$ . In this study, we show that there exists a very large class of closed, bounded, convex subsets in  $L_1[0,1]$  with fixed point property for affine asymptotically non-expansive mappings.

**Keywords:** fixed point property, closed bounded convex, Lebesgue function spaces, asymptotically nonexpansive mappings.

**ÖZET**

Goebel ve Kuczumow göstermiştir ki mutlak toplanabilir skaler dizilerin Banach uzayı  $\ell^1$ 'de genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayan kapalı, sınırlı ve konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf vardır. 2004'de ise Kaczor ve Prus benzer sonucun asimtotik genişlemeyen fonksiyonlar için elde edilip edilemeyeceğini incelemiştir, ve görmüşlerdir ki  $\ell^1$ 'de afin asimtotik genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayan kapalı, sınırlı ve konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf vardır. Goebel ve Kuczumow'un sonucundan esinlenerek, Lin  $\ell^1$ 'in genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayacak şekilde yeniden normlanabileceğini ispatlamıştır. Lin bu çalışması yansımayan Banach uzaylarının bazılarının genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayacak şekilde yeniden normlanabileceğine dair ilk örneği olmuştur. Araştırmacıların daha fazla örneklerin olup olmayacağı konusunda ilgisi bulunmaktadır. Maria ve Hernandes Lineares ise  $[0,1]$  aralığı üzerinde Lebesgue integrallenebilir fonksiyonlar uzayı  $L_1[0,1]$ 'in afin genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisinin sağlanacak şekilde yeniden normlanabileceğini göstermiştir. Fakat Goebel ve Kuczumow ile

Kaczor ve Prus analogilerinin bu uzay üzerine bir incelemesi yapılmamıştır. Bu çalışmada biz göstermekteyiz ki  $L_1[0,1]$  içinde afin asimtotik genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlayan çok geniş bir sınıf vardır.

**Anahtar Kelimeler:** sabit nokta teorisi, kapalı sınırlı konveks, Lebesgue fonksiyon uzayları, afin asimtotik genişlemeyen fonksiyonlar

## 1.INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

We say that a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has the fixed point property for non-expansive mappings if every non-expansive self mappings defined on any non-empty closed, bounded and convex subset of the Banach space has a fixed point. Here we note that if  $C$  is a subset of the Banach space, then  $T: C \rightarrow C$  is said to be a nonexpansive mapping if  $\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|$ , for all  $x, y \in C$ . Moreover, we say that a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has the weak fixed point property for non-expansive mappings if every non-expansive self mappings defined on any non-empty weakly compact and convex subset of  $X$  has a fixed point. Researches showed that most classical non-reflexive Banach spaces fail the fixed point property while they were satisfying the weak fixed point property. For a long time, it was thought that Banach spaces could have the weak fixed point property for non-expansive mappings; however, Alspach (1981) showed that  $L_1[0,1]$ , Banach space of Lebesgue integrable functions defined on  $[0,1]$ , fails the fixed point property for non-expansive mappings. It is clear that if a Banach space fails to have the weak fixed point property then it fails to have the fixed point property. Hence, Alspach's result immediately implied the failure of the fixed point property for non-expansive mappings in  $L_1[0,1]$ . Furthermore, Dowling et al. (2004) showed that there exists a fixed point-free non-expansive mapping on any non-empty weakly compact and convex subset of  $c_0$ . But Goebel and Kuczumow (1979) showed earlier that the analogous idea does not work for  $\ell^1$  by showing there exists very large class of non-weakly compact, closed, bounded and convex subsets of  $\ell^1$  respect to weak\* topology of  $\ell^1$  with fixed point property for non-expansive mappings. Later, Kaczor and Prus (2004) investigated if similar result could be done for asymptotically nonexpansive mappings and they saw that there exists a large class of closed, bounded, convex subsets in  $\ell^1$  with fixed point property for affine asymptotically non-expansive mappings. Inspired by Goebel and Kuczumow's work, Lin (2008) showed the first example of a non-reflexive Banach space that can be renormed to have the fixed point property which answered a long time asked question whether or not among non-reflexive Banach spaces, there exists any renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings after the fact that Kirk (1965) showed that every reflexive Banach space with normal structure has the fixed point property for non-expansive mappings and Browder (1965) proved the same conjecture for Hilbert spaces whereas Maurey (1981) proved the failure for a non-reflexive Banach space  $c_0$ . In fact, it was seen that any Banach lattice or Banach space with unconditional basis which contain an isomorphic copy of  $c_0$  or  $\ell^1$  cannot be renormed to have the fixed point property for non-expansive mappings

[Lindenstrauss and Tzafriri (1977)]. Moreover, Dowling et al. (2000) proved the analogous result for any Banach space isomorphic to  $c_0$  when the mappings are asymptotically non-expansive by showing that if a Banach space contains an isomorphic copy of  $c_0$ , then it fails to have the fixed point property for asymptotically non-expansive mappings. Hence, there is strong relation between reflexivity and fixed point property for non-expansive mappings or for asymptotically non-expansive mappings.

Returning to Kaczor and Prus' result, there was an open question whether or not their analogy is possible for  $L_1[0,1]$ ; that is, whether or not there exists a class of closed, bounded and convex subsets of  $L_1[0,1]$  with fixed point property for asymptotically non-expansive mappings. In this study, we show that there exists a very large class of closed, bounded and convex subsets of  $L_1[0,1]$  with fixed point property for asymptotically non-expansive mappings.

Now, we provide preliminaries that are required for obtaining our main results.

Throughout the study, we denote the set of all positive integers and the set of all real numbers by  $\mathbb{N}$  and  $\mathbb{R}$ , respectively. Throughout this paper our scalar field is  $\mathbb{R}$ .

As usual, we define the Banach space  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  by the vector space of all scalar sequences converging to 0 such that  $\|x\|_\infty := \sup_{n \in \mathbb{N}} |x_n|$ , for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0$ ; and  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  is the vector space of all absolutely summable scalar sequences such that  $\|x\|_1 := \sum_{n=1}^{\infty} |x_n|$  for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in \ell^1$ .

**Definition 1.1** Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach space and  $C$  is a non-empty closed, bounded, convex subset.

1. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that for all  $\lambda \in [0,1]$  and for all  $x, y \in C$ ,  $T((1-\lambda)x + \lambda y) = (1-\lambda)T(x) + \lambda T(y)$ . then  $T$  is said to be an affine mapping.
2. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that  $\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|$ , for all  $x, y \in C$  then  $T$  is said to be a nonexpansive mapping.

Also, if for every nonexpansive mapping  $T: C \rightarrow C$ , there exists  $z \in C$  with  $T(z) = z$ , then  $C$  is said to have the fixed point property for nonexpansive mappings [fpp(ne)].

3. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that there exists a sequence of scalars  $(k_n)_{n \in \mathbb{N}}$  decreasing to 1 and  $\|T^n(x) - T^n(y)\| \leq k_n \|x - y\|$ , for all  $x, y \in C$  and for all  $n \in \mathbb{N}$  then  $T$  is said to be an asymptotically nonexpansive mapping.

Also, if for every asymptotically nonexpansive mapping  $T: C \rightarrow C$ , there exists  $z \in C$  with  $T(z) = z$ , then  $C$  is said to have the fixed point property for asymptotically nonexpansive mappings [fpp(ane)].

In 1979, Goebel and Kuczumow showed there exists a large class of closed, bounded and convex subsets of  $l^1$  using a key lemma they obtained. Their lemma says that if  $\{x_n\}$  is a sequence in  $l^1$  converging to  $x$  in weak-star topology, then for any  $y \in l^1$ ,

$$r(y) = r(x) + \|y - x\|_1 \text{ where } r(y) = \limsup_n \|x_n - y\|_1 .$$

The analogue of this lemma for  $L_1[0,1]$  is observed via the result in Brezis and Lieb (1983). Note that Hernández-Linares (2011) pointed this fact in his Ph.D. thesis, written under supervision of Maria Japon Pineda. Now we provide the lemma which is deduced by their results and will be key for our results in this section.

**Lemma 1.2** Let  $\{f_n\}_{n \in \mathbb{N}}$  be a sequence of real valued measurable functions which are uniformly bounded in  $L_1[0,1]$ . Assume that  $f_n$  converges to an  $f \in L_1[0,1]$  pointwise almost everywhere (a.e.). Then for any  $g \in L_1[0,1]$ ,

$$S(g) = S(f) + \|f - g\|_1 \text{ where } S(g) = \limsup_n \|f_n - g\|_1 .$$

Note that the above facts were pointed in a work which is in preparation by Nezir and Sivek.

## 2.MAIN RESULT

In this section, we present our results. We show that there exists a large class of closed, bounded and convex subsets in  $L_1[0,1]$  with the fixed point property for affine asymptotically non-expansive mappings. So we demonstrate examples of these subsets and provide a theorem related with each of them.

**Example 2.1** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $e_n := (n + 1)t^n$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$  and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.2** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{ne^{nt}}{e^{n-1}}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$  and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_n := be_n$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E$  of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.3** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{ne^{nt}}{e-1} \chi_{[0, \frac{1}{n}]}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ , where  $\chi$  is the characteristics funtion, and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset E of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.4** Define a normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $e_n := \frac{4n}{\pi(1+n^2t^2)} \chi_{[0, \frac{1}{n}]}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ , where  $\chi$  is the characteristics funtion, and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset E of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Example 2.4** Define any normalized sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  and fix  $b, c \in (0,1)$ . Then, define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $L_1[0,1]$  by setting  $f_1 := be_1$ ,  $f_{n+1} := e_{n+1}$ ,  $\forall n \in \mathbb{N}$ . Next, define the closed, bounded, convex subset E of  $L_1[0,1]$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0, \quad t_1 = c \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Theorem 2.2** For any  $b, c \in (0,1)$ , each of the sets E defined as in the examples above has the fixed point property for affine asymptotically  $\|\cdot\|_1$ -nonexpansive mappings.

*Proof.* Let  $T: E \rightarrow E$  be an affine asyymptotically nonexpansive mapping. Then, since  $T$  is affine, by Lemma 1.1.2 in the Ph.D. thesis of Everest (2013) written under supervision of Lennard, there exists a sequence  $(x^{(n)})_{n \in \mathbb{N}} \in E$  such that  $\|Tx^{(n)} - x^{(n)}\|_1 \rightarrow 0$ . Without loss of generality, passing to a subsequence if necessary, there exists  $x \in L_1[0,1]$  such that  $x^{(n)}$  converges to  $x$  in weak\* topology. Then, by Lemma 1.2, we can define a function  $s: L_1[0,1] \rightarrow [0, \infty)$  by

$$s(y) = \limsup_n \|x^{(n)} - y\|_1, \quad \forall y \in L_1[0,1]$$

and so

$$s(y) = s(y) + \|y - x\|_1, \quad \forall y \in L_1[0,1].$$

Since  $T$  is asymptotically nonexpansive mapping, there exists a decreasing sequence  $(k_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $[1, \infty)$  converging to 1 such that  $\forall x, y \in E$  and  $\forall n \in \mathbb{N}$ ,

$$\|T^n x - T^n y\|_1 \leq k_n \|x - y\|.$$

Next, define

$$W := \overline{E}^{w^*} = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n \leq 1 \right\}$$

Case 1:  $x \in E$ .

Fix  $m \in \mathbb{N}$ . Then,  $\forall n \in \mathbb{N}$ ,

$$\|T^m x^{(n)} - T^n y\|_1$$

Then, we have  $s(T^m x) = s(x) + \|T^m x - x\|_1$  and

$$\begin{aligned} (1) \quad s(T^m x) &= \limsup_n \|T^m x - x^{(n)}\|_1 \\ &\leq \limsup_n \|T^m x - T^m(x^{(n)})\|_1 + \limsup_n \|x^{(n)} - T^m(x^{(n)})\|_1 \\ &\leq k_m \limsup_n \|x - x^{(n)}\|_1 + \limsup_n \|x^{(n)} - T^m(x^{(n)})\|_1 \\ &\leq k_m \limsup_n \|x - x^{(n)}\|_1 + \limsup_n \sum_{j=1}^m \|T^{j-1}(x^{(n)}) - T^j(x^{(n)})\|_1 \\ &\leq k_m \limsup_n \|x - x^{(n)}\|_1 + \limsup_n \sum_{j=1}^m k_{j-1} \|x^{(n)} - T(x^{(n)})\|_1 \\ &= k_m s(x). \end{aligned}$$

Therefore,  $\|T^m x - x\|_1 \leq (k_m - 1)s(x)$  and so by taking limit as  $m \rightarrow \infty$ , we have  $\lim_m \|T^m x - x\|_1 = 0$  but then since  $\lim_m \|T^m x - Tx\|_1 \leq \lim_m k_1 \|T^m x - x\|_1 = 0$ ,  $\lim_m \|T^{m+1} x - Tx\|_1 = 0$  and so  $T^m x$  converges to  $x$  and  $Tx$ . Thus, by the uniqueness of limits  $Tx = x$ .

Case 2:  $x \in W \setminus E$ .

Then,  $x$  is of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n < 1$  and  $\gamma_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$  and  $\gamma_1 = c$ .

Define  $\delta := 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n$  and next define

$$h := (\gamma_1 + \delta)f_1 + \sum_{n=2}^{\infty} \gamma_n f_n.$$

Then,  $\|h - x\|_1 = \|b\delta e_1\|_1 = b\delta$ .

Now fix  $y \in E$  of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1$  with  $t_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$  and  $t_1 = c$ .

Then,



$$\begin{aligned} \|y - x\|_1 &= \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right\|_1 = \int_0^1 \left| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right| dm \\ &\geq \left| \sum_{k=1}^{\infty} (t_k - \gamma_k) \int_0^1 f_k dm \right| = \left| \sum_{k=2}^{\infty} t_k - \gamma_k \right| = \delta. \end{aligned}$$

Then, for any  $y \in E$  and for  $x \in W \setminus E$ ,  $\|y - x\|_1 \geq \|h - x\|_1$ .

Next, we have the following.

$$\begin{aligned} s(h) &= s(x) + \|h - x\|_1 \leq s(x) + \|T^m h - x\|_1 = s(T^m h) \\ &= \limsup_n \|T^m h - x^{(n)}\|_1 \quad \text{then similarly to the inequality (1)} \\ &\leq \limsup_n \|T^m h - T^m(x^{(n)})\|_1 + \limsup_n \|x^{(n)} - T^m(x^{(n)})\|_1 \\ &\leq k_m \limsup_n \|h - x^{(n)}\|_1 + \limsup_n \|x^{(n)} - T^m(x^{(n)})\|_1 \\ &\leq k_m \limsup_n \|h - x^{(n)}\|_1 + \limsup_n \sum_{j=1}^m \|T^{j-1}(x^{(n)}) - T^j(x^{(n)})\|_1 \\ &\leq k_m \limsup_n \|h - x^{(n)}\|_1 + \limsup_n \sum_{j=1}^m k_{j-1} \|x^{(n)} - T(x^{(n)})\|_1 \\ &= k_m s(h). \end{aligned}$$

Hence,  $s(h) \leq s(T^m h) \leq k_m s(h)$  and so taking limit as  $m \rightarrow \infty$ , we have

$\lim_m s(T^m h) = s(h)$  since  $\lim_m k_m = 1$ . That is,  $\lim_m s(x) + \|T^m h - x\|_1 = s(x) + \|h - x\|_1$  which means  $\lim_m \|T^m h - x\|_1 = \|h - x\|_1$ .

Moreover, for any  $y \in E$ ,

$$\begin{aligned} \|y - h\|_1 &= \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - (\gamma_1 + \delta) f_1 - \sum_{k=2}^{\infty} \gamma_k f_k \right\|_1 = \int_0^1 \left| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k - \delta b e_1 \right| dm \\ &= \int_0^1 \left| \sum_{k=2}^{\infty} t_k b e_k - \sum_{k=2}^{\infty} \gamma_k b e_k - b(\delta + \gamma_1 - t_1) e_1 \right| dm \\ &\leq b \sum_{k=2}^{\infty} \int_0^1 |t_k - \gamma_k| e_k dm + b |\delta + \gamma_1 - t_1| \\ &= b \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k| + b \left| 1 - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k + \gamma_1 - 1 + \sum_{k=2}^{\infty} t_k \right| \\ &\leq 2b \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \end{aligned}$$

Furthermore,

$$\begin{aligned} \|y - x\|_1 - \|h - x\|_1 &= \int_0^1 \left| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right| dm - b\delta \\ &\geq \left| \sum_{k=1}^{\infty} (t_k - \gamma_k) \int_0^1 f_k dm \right| - b\delta = \left| \sum_{k=2}^{\infty} t_k - \gamma_k \right| - b\delta = (1 - b)\delta. \end{aligned}$$

Then,  $\|y - h\|_1 \leq \frac{2b(2-\delta)}{(1-b)\delta} (\|y - x\|_1 - \|h - x\|_1)$

Thus, for any  $\varepsilon > 0$ , choosing  $\mu = \frac{\varepsilon(1-b)\delta}{2b(2-\delta)}$ , if  $|\|y - x\|_1 - \|h - x\|_1| < \mu$  then

$\|y - h\|_1 < \varepsilon$  so this implies  $\lim_m \|T^m h - h\|_1 = 0$  since  $\lim_m \|T^m h - x\|_1 = \|h - x\|_1$ .

$$\begin{aligned} \|h - Th\|_1 &\leq \lim_m \|T^m h - h\|_1 + \lim_m \|T^m h - Th\|_1 \\ &\leq k_1 \lim_m \|T^{m-1} h - h\|_1 = 0 \end{aligned}$$

Hence,  $Th = h$  and so  $E$  has fpp(n.e.) as desired.

### 3.CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, we investigated Kaczor and Prus' analogy for  $L_1[0,1]$ . Then, we showed that there exists a large class of non-weak\* compact, closed, bounded and convex subsets of  $L_1[0,1]$  with the fixed point property for affine asymptotically non-expansive mappings. Researchers may work on obtaining larger classes with the fixed point for affine asymptotically non-expansive mappings in the space.

### REFERENCES

- Alspach, D. E. 1981. A fixed point free nonexpansive map. Proceedings of the American Mathematical Society, 82(3), 423-424.
- Brézis, H. and Lieb, E. 1983. A relation between pointwise convergence of functions and convergence of functionals. Proceedings of the American Mathematical Society, 88(3), 486-490.
- Browder, F. E. 1965. Fixed-point theorems for noncompact mappings in Hilbert space. P Natl Acad Sci USA, 53(6), 1272-1276.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2000. Some fixed point results in  $l^1$  and  $c_0$ . Nonlinear Analysis, 39(7), 929-936.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2004. Weak compactness is equivalent to the fixed point property in  $c_0$ . Proceedings of the American Mathematical Society, 1659-1666.
- Everest, T. 2013. Fixed points of nonexpansive maps on closed, bounded, convex sets in  $l^1$ . Ph.D. Thesis, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA.
- Goebel, K. and Kuczumow, T. 1979. Irregular convex sets with fixed-point property for nonexpansive mappings. In Colloquium Mathematicum, 2(40), 259-264.

- Kaczor, W. and Prus, S. 2004. Fixed point properties of some sets in  $l^1$ , in Proceedings of the International Conference on Fixed Point Theory and Applications.
- Kirk, W. A. 1965. A fixed point theorem for mappings which do not increase distances. The American mathematical monthly, 72(9), 1004-1006.
- Lin, P. K. 2008. There is an equivalent norm on  $\ell_1$  that has the fixed point property. Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 68(8), 2303-2308.
- Hernández-Linares, C. A. 2011. Propiedad de punto fijo, normas equivalentes y espacios de funciones no-conmutativos, Ph.D. thesis, Universidad de Sevilla.
- Lindenstrauss, J. and Tzafriri, L. 1977. Classical Banach Spaces I. Springer-Verlag.
- Maurey, B. 1981. Points fixes des contractions de certains faiblement compacts de  $L^1$ . Seminaire d'Analyse Fonctionnelle, 1980-1981, Centre de Mathématiques, École Polytech., Palaiseau, Exp. No. VIII, 19 pp.

**RIESZ ANGLE FOR LORENTZ FUNCTION SPACE  $L_{w,1}^0[0,1]$  AND UNIFORM LIPSCHITZ ESTIMATE FOR A CLASS IN LORENTZ SEQUENCE SPACE  $\ell_{w,1}$**

**Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,  
Engin BOZYEL**

Kafkas University,

**ABSTRACT**

There have been researches to investigate whether or not Banach spaces have weak fixed point property. Alspach showed the first example of a Banach space failing the weak fixed point property but it has been seen that most classical Banach spaces have weak fixed point property. Researchers used some tools to verify these facts. Using ultra power methods, Maurey showed  $c_0$  has weak fixed point property. Later using unconditionality constant, Lin characterized which Banach spaces with unconditional basis have weak fixed point property. Computing Riesz angle is one of the tools to confirm if a weak orthogonal Banach lattice has weak fixed point property. In this study, we investigate Lorentz function space  $L_{w,1}^0[0,1]$ , predual of  $L_{w,1}[0,1]$  and Lorentz sequence space  $\ell_{w,1}$ . We compute Riesz angle for a large infinite dimensional subspace of  $L_{w,1}^0[0,1]$  to check for which  $w$ , the subspace can have the weak fixed point property. As our second research subject, we work on uniform Lipschitz mappings on a large class of subsets in  $\ell_{w,1}$  which is the Lorentz sequence space when counting measure is used for Lorentz function space  $L_{w,1}[0,1]$ . Dowling, Lennard and Turett showed that if a Banach space contains an isomorphic copy of  $\ell^1$ , then it fails the fixed point property for uniform Lipschitz mappings. In this study, we find an upper bound estimate for the right shift mapping to be uniformly Lipschitz failing the fixed point property on a class of closed, bounded and convex subsets in  $\ell_{w,1}$ .

**Keywords:** fixed point property, closed bounded convex, Lebesgue function spaces, Lorentz sequence spaces, uniform Lipschitz mapping, upper bound estimate, right shift mapping.

**ÖZET**

Banach uzaylarının zayıf sabit nokta teorisine sahip olup olmadığını incelemek için araştırmalar yapılmıştır. Alspach zayıf sabit nokta teorisine sahip olmayan ilk Banach uzayını göstermiştir fakat görülmüştür ki çoğu klasik Banach uzayı zayıf sabit nokta teorisine sahiptir. Araştırmacılar bu gerçekleri doğrulamak için bazı araçlar kullanmışlardır. Maurey ultra kuvvet yöntemleri kullanarak  $c_0$ 'ın zayıf sabit nokta teorisine sahip olduğunu göstermiştir. Daha sonra Lin, koşulsuz baz katsayısını kullanarak, koşulsuz baza sahip Banach uzaylarının zayıf sabit nokta teorisine sahip olmasını karakterize etmiştir. Zayıf ortogonal bir Banach latis olan Banach uzayın zayıf sabit nokta teorisine sahip olup olmadığını doğrulamak için Riesz açısı hesabı kullanılan metotlardan birisidir. Biz bu çalışmamızda Lebesgue

integrallenebilir fonksiyonlar uzayı  $L_1[0,1]$ 'in bir analogu olan Lorentz fonksiyon uzayı  $L_{w,1}[0,1]$ 'in öndualı  $L_{w,1}^0[0,1]$  Banach uzayının içinde çok geniş sonsuz boyutlu bir altuzayının hangi skaler  $w$  için zayıf sabit nokta teorisine sahip olacağını görmek için Riesz açısı hesabı yapıyoruz. Çalışmanın ikinci araştırma konusu olarak ise  $\ell_{w,1}$ 'in alt kümelerinin geniş bir sınıfı üzerinde tanımlı düzgün Lipschitz fonksiyonları hakkında incelememizdir öyle ki  $\ell_{w,1}$  Lorentz dizi uzayı adını alan ve Lorentz fonksiyon uzayı  $L_{w,1}[0,1]$  uzayında sayma ölçüsü kullanılması ile tanımlanır. Biliyoruz ki Dowling, Lennard ve Turett göstermiştir ki eğer bir Banach uzayı  $\ell^1$ 'in bir izomorfik kopyasını içeriyorsa düzgün Lipschitz fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahip olamaz. Çalışmamızda  $\ell_{w,1}$  içinde kapalı, sınırlı, konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf üzerinde tanımlı sağa kaydırma fonksiyonu için sabit noktası olmayan bir düzgün Lipschitz fonksiyonu olması için üst sınır değerlendirmesi yapmaktayız.

**Anahtar Kelimeler:** sabit nokta teorisi, kapalı sınırlı konveks, Lebesgue fonksiyon uzayları, Lorentz dizi uzayları, düzgün Lipschitz fonksiyon, üst sınır değerlendirmesi, sağa kaydırma fonksiyonu.

## 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

A Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  is called to have the fixed point property for non-expansive mappings (fpp-ne) when any non-expansive self mappings defined on arbitrary non-empty closed, bounded and convex subset of the Banach space has a fixed point. If the above statement holds for arbitrary uniform Lipschitz mappings, then we say  $(X, \|\cdot\|)$  has the fixed point property for uniformly Lipschitz mappings (fpp-uL). Hence, if there exist a closed, bounded and convex subset  $C$  and a fixed point free uniformly Lipschitz mapping  $T: C \rightarrow C$  then we say  $X$  fails to have fpp-uL. Furthermore, a Banach space is called to have the weak fixed point property for non-expansive mappings (w-fpp-ne) when any non-expansive self mappings defined on arbitrary non-empty weakly compact and convex subset of the Banach space has a fixed point. Researches showed that most classical non-reflexive Banach spaces fail the fixed point property while they were satisfying the weak fixed point property. For a long time, it was thought that Banach spaces could have the weak fixed point property for non-expansive mappings; however, Alspach (1981) showed that  $L_1[0,1]$ , Banach space of Lebesgue integrable functions defined on  $[0,1]$ , fails the fixed point property for non-expansive mappings. Interestingly, passing to counting measure, the resulting space, the Banach space of absolutely summable scalar sequences have w-fpp-ne; besides, its predual,  $c_0$ , the Banach space of sequences converging to 0 has w-fpp-ne which was showed by Maurey (1981).

This study contains two research subjects. Firstly, we work on Lorentz function space  $L_{w,1}^0[0,1]$ , predual of  $L_{w,1}[0,1]$ , which is an analogue of  $L_1[0,1]$ . We compute Riesz angle for a large infinite dimensional subspace of  $L_{w,1}^0[0,1]$  to check for which  $w$ , the subspace can

have the weak fixed point property. We will be considering the subspace constructed by positive and bounded functions in  $L_{w,1}^0[0,1]$ .

In our second research subject, we work on uniform Lipschitz mappings on a large class of subsets in  $\ell_{w,1}$  which is the Lorentz sequence space when counting measure is used for Lorentz function space  $L_{w,1}[0,1]$ . Dowling et al. (2000) showed that if a Banach space contains an isomorphic copy of  $\ell^1$ , then it fails the fixed point property for uniform Lipschitz mappings. In this study, we find an upper bound estimate for the right shift mapping to be uniformly Lipschitz failing the fixed point property on a class of closed, bounded and convex subsets in  $\ell_{w,1}$ .

Now, we provide preliminaries that are required for obtaining our main results.

Throughout the study, we denote the set of all positive integers and the set of all real numbers by  $\mathbb{N}$  and  $\mathbb{R}$ , respectively. Throughout this paper our scalar field is  $\mathbb{R}$ .

As usual, we define the Banach space  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  by the vector space of all scalar sequences converging to 0 such that  $\|x\|_\infty := \sup_{n \in \mathbb{N}} |x_n|$ , for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0$ ; and  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  is the vector space of all absolutely summable scalar sequences such that  $\|x\|_1 := \sum_{n=1}^{\infty} |x_n|$  for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in \ell^1$ .

**Definition 1.1** Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach space and  $C$  is a non-empty closed, bounded, convex subset.

1. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that for all  $\lambda \in [0,1]$  and for all  $x, y \in C$ ,  $T((1-\lambda)x + \lambda y) = (1-\lambda)T(x) + \lambda T(y)$ . then  $T$  is said to be an affine mapping.

2. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that  $\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|$ , for all  $x, y \in C$  then  $T$  is said to be a nonexpansive mapping.

Also, if for every nonexpansive mapping  $T: C \rightarrow C$ , there exists  $z \in C$  with  $T(z) = z$ , then  $C$  is said to have the fixed point property for nonexpansive mappings [fpp(ne)].

3. If  $T: C \rightarrow C$  is a mapping such that there exists a constant  $k \in [1, \infty)$  and for all  $n \in \mathbb{N}$  and  $\|T^n(x) - T^n(y)\| \leq k \|x - y\|$ , for all  $x, y \in C$  then  $T$  is said to be a uniformly Lipschitz mapping and  $k$  is said to be uniform Lipschitz constant.

Also, if for every uniformly Lipschitz mapping  $T: C \rightarrow C$ , there exists  $z \in C$  with  $T(z) = z$ , then  $C$  is said to have the fixed point property for uniformly Lipschitz mappings [fpp-uL].

$L_1[0,1]$  analogue Lorentz space is defined as follows:

**Definition 1.2** Let  $w \in (0,1)$ .

$$L_{w,1}[0,1] := \left\{ f: [0,1] \rightarrow \mathbb{R} \text{ measurable} \left| \|x\|_{w,1} := \int_0^1 \frac{wf^*(t)}{t^{1-w}} dt < \infty \right. \right\}$$

where  $f^*(t)$  is the decreasing rearrangement of  $|f(t)|$ ; that is,  $f^*(t)$  is ordered decreasing and equimeasurable with  $|f(t)|$  [Lorentz (1930)].

Then, its predual is given as below.

**Definition 1.2** Let  $w \in (0,1)$ .

$$L_{w,1}^0[0,1] := \left\{ f: [0,1] \rightarrow \mathbb{R} \text{ measurable} \left| \lim_{\gamma \rightarrow 0^+} \sup_{x \in (0,\gamma)} wx^w \int_0^x f^*(t) dt = 0 \right. \right\}$$

where  $f^*(t)$  is the decreasing rearrangement of  $|f(t)|$  such that  $\|x\|_{w,\infty} := \sup_{x \in (0,1)} wx^w \int_0^x f^*(t) dt$ .

Thus, passing to the counting measure, we get the definition of Lorentz sequence spaces as follows:

First of all, for each definition, we will denote the sequence  $x^* := (x_n^*)_{n \in \mathbb{N}}$  by decreasing rearrangement of the sequence  $x = (x_j)_{j \in \mathbb{N}}$ ; that is, the sequence whose terms contain all non-zero terms of  $|x| = (|x_j|)_{j \in \mathbb{N}}$ , arranged in non-increasing order, followed by infinitely many zeros when  $|x|$  has only finitely many non-zero terms.

**Definition 1.3** Let  $w \in (0,1)$ .  $\ell_{w,\infty}$  space is defined as below.

$$\ell_{w,\infty} := \left\{ x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0 \left| \|x\|_{w,\infty} := \sup_{n \in \mathbb{N}} \frac{\sum_{j=1}^n x_j^*}{\sum_{j=1}^n \frac{w}{j^{1-w}}} < \infty \right. \right\}.$$

This is an analogue of  $\ell_\infty$  space. Indeed  $(\ell_{w,\infty}, \|\cdot\|_{\rho,\infty})$  is a non-separable Banach space.

**Definition 1.4**  $\ell_{w,\infty}^0$  space is defined as below.

$$\ell_{w,\infty}^0 := \left\{ x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0 \left| \limsup_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^n x_j^*}{\sum_{j=1}^n \frac{1}{j^{1-w}}} = 0 \right. \right\}.$$

This is an analogue of  $c_0$  space. It is a fact that  $(\ell_{\rho,\infty}^0, \|\cdot\|_{\rho,\infty})$  is a separable subspace of  $\ell_{\rho,\infty}$ .

**Definition 1.5**  $\ell_{w,1}$  space is defined as below.

$$\ell_{w,1} := \left\{ x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0 \left| \|x\|_{w,1} := \sum_{j=1}^{\infty} \frac{wx_j^*}{j^{1-w}} < \infty \right. \right\}.$$

This is an analogue of  $\ell_1$  space.  $(\ell_{w,1}, \|\cdot\|_{w,1})$  is a separable Banach space.

**Definition 1.6** [Borwein and Sims, (1984)] Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach lattice. Then, the Riesz angle  $\alpha$  of  $X$  is defined by  $\alpha(X) = \sup\{\| |u| \vee |v| \| : \|u\| \leq 1, \|v\| \leq 1\}$ .

Note that If  $(1 \leq p \leq \infty)$ , then for  $L_p$  space the Riesz angle is  $\alpha(L_p) = 2^{\frac{1}{p}}$  and for  $c_0$  space,  $\alpha(c_0) = 1$ .

**Definition 1.7** [Borwein and Sims, (1984)] Let  $X$  be a Banach lattice and  $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$  be a sequence weakly convergent to some  $u_0 \in X$ . Then,  $(u_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is said to be weakly orthogonal if

$$\liminf_{k \rightarrow \infty} \liminf_{l \rightarrow \infty} \| |u_l - u_0| \wedge |u_k - u_0| \| = 0$$

Assume that  $E$  is a subset of  $X$ . If every weakly convergent sequence of points of  $E$  is weakly orthogonal, then we say  $E$  is a weakly orthogonal set. If all weakly compact convex subsets of  $X$  are weakly orthogonal sets, then we say  $X$  is weakly orthogonal.

**Definition 1.8** [Borwein and Sims, (1984)] A Banach lattice  $X$  is said to have the Riesz approximation property if there exists a family  $\mathcal{P}$  of linear projections such that  $P|u| = |P(u)|$ ,  $\forall P \in \mathcal{P}$ ,  $P(X)$  is a finite dimensional ideal,  $\forall P \in \mathcal{P}$ , and  $\forall u \in X$ ,

$$\inf_{P \in \mathcal{P}} \|u - P(u)\| = 0$$

**Proposition 1.9** [Borwein and Sims, (1984)] Every Banach lattice  $X$  with the Riesz approximation property is weakly orthogonal.

**Theorem 1.10** [Borwein and Sims, (1984)] Let  $X$  be a weakly orthogonal Banach lattice with Riesz angle  $\alpha(X) < 2$ . Then,  $X$  has w-fpp-ne.

## 2.MAIN RESULT

Our main result is given in the following two subsections. In the first subsection, we show that the subspace of  $L_{w,1}^0[0,1]$  consisting positive and bounded functions has Riesz angle less than 2 so it has the weak fixed point property and in the second subsection, we find an upper bound estimate for the right shift mapping to be uniformly Lipschitz failing the fixed point property on a class of closed, bounded and convex subsets in  $\ell_{w,1}$ .

### 2.1. Riesz Angle computation for a subspace of $L_{w,1}^0[0,1]$

**Example 2.1** Consider Lorentz space  $L_{w,1}[0,1]$  and its predual  $L_{w,1}^0[0,1]$  given as in Definitions 1.1 and 1.2. Then, consider the following subspace

$$U = \{f \in L_{w,1}^0[0,1] : \text{each } f \geq 0 \text{ and bounded}\}.$$

Recall the well-known fact due to approximation via simple functions and their being dense in Lebesgue spaces, if  $f \in U$  then there exists a sequence of simple functions  $(s_n)_n$  defined by



$$s_n = \sum_{i=1}^{n2^n} \frac{i-1}{2^n} \chi_{E_i^n} + n \chi_{E_\infty^n}$$

where  $E_i^n = f^{-1}\left(\left[\frac{i-1}{2^n}, \frac{i}{2^n}\right)\right)$  and  $E_\infty^n = f^{-1}([n, \infty))$  such that

$$\lim_n \sup_{x \in [0,1]} |s_n(x) - f(x)| = 0.$$

Then, using the monotone convergence theorem,

$$\int_0^1 f(t) dt = \lim_n \int_0^1 s_n dm = \lim_n \sum_{i=1}^{n2^n} \frac{i-1}{2^n} \mu\left(f^{-1}\left(\left[\frac{i-1}{2^n}, \frac{i}{2^n}\right)\right)\right) + n \mu(f^{-1}([n, \infty)))$$

Also, if  $s$  is a simple function, then there exists a finite positive sequence of decreasing distinct scalars  $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \dots > \alpha_k > 0$  such that

$$s = \sum_{i=1}^k \alpha_i \chi_{A_i}$$

where  $A_i = f^{-1}(\{\alpha_i\})$ . Then, its decreasing rearrangement is obtained as

$$s^* = \sum_{i=1}^k \beta_i \chi_{B_i}$$

where  $B_i = [\alpha_{i+1}, \alpha_i)$  and  $\beta_i = \sum_{j=1}^i \mu(A_j)$  so

$$\int_0^1 s dm = \sum_{i=1}^k \alpha_i \mu(f^{-1}(\{\alpha_i\}))$$

and

$$\int_0^1 s^* dm = \sum_{i=1}^k \beta_i (\alpha_i - \alpha_{i+1}) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^i \mu(f^{-1}(\{\alpha_j\})) (\alpha_j - \alpha_{j+1}).$$

Then,

$$\int_0^1 f(t) dt = \sup \left\{ \int_0^1 s dm : 0 \leq s \text{ (simple)} \leq f \right\},$$

$$\int_0^1 f^*(t) dt = \sup \left\{ \int_0^1 s^* dm : 0 \leq s \text{ (simple)} \leq f \right\}.$$

**Proposition 2.2** Let  $w \in (0,1)$ . Consider  $U$ . Then,  $U$  has the Riesz approximation property and so by Proposition 1.9, the subspace  $U$  is weakly orthogonal.

Proof. First of all, note that under the usual pointwise ordering  $(U, \|\cdot\|_{w,\infty}) \subseteq L_{w,1}^0[0,1]$  is a Banach lattice ; that is,

$$u \leq v \Leftrightarrow [u_j \leq v_j, u_j = \alpha_j \mu(u^{-1}(\{\alpha_j\})), v_j = \beta_j \mu(v^{-1}(\{\beta_j\})), \forall j \in \mathbb{N}].$$

Now,  $\forall K \subseteq \mathbb{N}, K$  finite,  $\forall u \in L_{w,1}^0[0,1]$ ,

$$(P_K(u))_n := \begin{cases} \alpha_j \mu(u^{-1}(\{\alpha_j\})) & , \text{if } n \in K \\ 0 & , \text{if } n \notin K \end{cases}$$

$$\text{Then, } \|u - P_{[1,n]}(u)\|_{w,\infty} \xrightarrow{n} 0$$

The proof details are well-known.

**Theorem 2.3** Let  $w \in (0,1)$ . The subspace  $U$  defined as in the example above has the weak fixed point property for  $\|\cdot\|_{w,\infty}$ -nonexpansive mappings since  $\alpha(U) < 2$ .

Proof. Let  $w \in (0,1)$ . Consider  $U$ . First of all, from the proposition above we obtain that  $U$  is weakly orthogonal. Now, we only need to show  $\alpha(X) < 2$  using Theorem 1.10.

We will denote the closed ball for our subspace  $U$  by

$$\mathcal{B}_U := \{f \in U : \|f\|_{\rho,\infty} \leq 1\}.$$

Recall the well known facts explained in Example 2.1.

Now, let  $f, g \in \mathcal{B}_U$  be given. Then there exist sequences of simple functions  $(f_k)_{k \in \mathbb{N}}$  and  $(g_k)_{k \in \mathbb{N}}$  converging uniformly to  $f$  and  $g$  such that

$$f_n = \sum_{i=1}^{n2^n} \frac{i-1}{2^n} \chi_{f^{-1}(\left[\frac{i-1}{2^n}, \frac{i}{2^n}\right])} + n \chi_{f^{-1}([n, \infty))}$$

and

$$g_n = \sum_{i=1}^{n2^n} \frac{i-1}{2^n} \chi_{g^{-1}(\left[\frac{i-1}{2^n}, \frac{i}{2^n}\right])} + n \chi_{g^{-1}([n, \infty))}.$$

Then,

$$\begin{aligned} \int_0^1 f_n dm &= \sum_{i=1}^{n2^n} \frac{i-1}{2^n} \mu\left(f^{-1}\left(\left[\frac{i-1}{2^n}, \frac{i}{2^n}\right]\right)\right) + n \mu\left(f^{-1}([n, \infty))\right) = \sum_{j=1}^{n2^n} u_j, \\ \int_0^1 g_n dm &= \sum_{i=1}^{n2^n} \frac{i-1}{2^n} \mu\left(g^{-1}\left(\left[\frac{i-1}{2^n}, \frac{i}{2^n}\right]\right)\right) + n \mu\left(g^{-1}([n, \infty))\right) = \sum_{j=1}^{n2^n} v_j, \\ \int_0^1 f_n^* dm &= \sum_{i=1}^{n2^n} \sum_{j=1}^i \mu\left(f^{-1}\left(\left[\frac{j-1}{2^n}, \frac{j}{2^n}\right]\right)\right) \frac{j-1}{2^{n+1}}, \\ \int_0^1 g_n^* dm &= \sum_{i=1}^{n2^n} \sum_{j=1}^i \mu\left(g^{-1}\left(\left[\frac{j-1}{2^n}, \frac{j}{2^n}\right]\right)\right) \frac{j-1}{2^{n+1}}. \end{aligned}$$

Then, consider  $\| |f| \vee |g| \|_{\rho,\infty}$ . Now, define for each  $k \in \mathbb{N}$ ,  $z_k = |u_k| \vee |v_k|$  and consider the decreasing rearrangement for the sequence  $z = (z_k)_{k \in \mathbb{N}}$ . From the definition of decreasing rearrangement,  $\exists$  a 1-1 mapping  $\pi: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$  and  $\exists (\varepsilon_j)_{j \in \mathbb{N}}$  s.t. each  $\varepsilon_{\pi(j)} \in \{-1, 1\}$  and then  $(z^*)_n = |z_{\pi(n)}| = \varepsilon_{\pi(n)} z_{\pi(n)}, \forall n \in \mathbb{N}$ . Let  $\Pi_{\mathbb{N}}$  be the set of all 1-1 functions  $\pi: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ . Then, fix  $k \in \mathbb{N}$  and define  $\mathbb{N}_k = \{1, 2, \dots, k2^k\}$

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{k2^k} z_j^* &= \sum_{j=1}^{k2^k} |z_{\pi}(j)|, \quad \text{for some } \pi \in \Pi_{\mathbb{N}} \\ &= \sum_{\substack{j=1 \\ j \in A_m}}^{k2^k} |u_{\pi}(j)| + \sum_{\substack{j=1 \\ j \in B_m}}^{k2^k} |v_{\pi}(j)| \end{aligned}$$

where  $A_k := \{n \in \mathbb{N}_k : |u_{\pi}(n)| \geq |v_{\pi}(n)|\}$  and  $B_k := \mathbb{N}_k - A_k$

Now, define  $N := \#(A_k) \in \{0, 1, 2, \dots, k2^k\}$  and

$M := \#(B_k) \in \{0, 1, 2, \dots, k2^k\}$ . Clearly,  $N + M = k$ .

Then,

$$\sum_{j=1}^{k2^k} z_j^* \leq \sum_{j=1}^N u_j^* + \sum_{j=1}^M v_j^* \tag{3.1}$$

$$\leq \|f\|_{\rho, \infty} \sum_{j=1}^N \frac{w}{j^{1-w}} + \|g\|_{\rho, \infty} \sum_{j=1}^M \frac{w}{j^{1-w}} \tag{3.2}$$

$$\leq \sum_{j=1}^N \frac{w}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^M \frac{w}{j^{1-w}} \tag{3.3}$$

Hence,

$$\frac{\sum_{j=1}^{k2^k} z_j^*}{\sum_{j=1}^{k2^k} \frac{w}{j^{1-w}}} \leq \frac{\sum_{j=1}^N \frac{w}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^M \frac{w}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{k2^k} \frac{w}{j^{1-w}}} \tag{3.4}$$

Now, note that for  $n \in \mathbb{N}$  large enough,  $\frac{\sum_{j=1}^n \frac{w}{j^{1-w}}}{\int_1^n \frac{w}{t^{1-w}} dt}$  is asymptotically equivalent to 1; i.e.,

$\frac{\sum_{j=1}^n \frac{w}{j^{1-w}}}{\int_1^n \frac{w}{t^{1-w}} dt} \sim 1$ . In other words,  $\sum_{j=1}^n \frac{w}{j^{1-w}}$  and  $\int_1^n \frac{w}{t^{1-w}} dt$  are asymptotically equivalent.

Now, let's go back to the inequality (3.4). If  $\exists r \in \mathbb{N}$  s.t.  $k2^k = 2r$ , then

$$\frac{\sum_{j=1}^{r-1} \frac{w}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^{r+1} \frac{w}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{w}{j^{1-w}}} = \frac{\sum_{j=1}^{r-1} \frac{w}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^r \frac{w}{j^{1-w}} + \frac{w}{(r+1)^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{w}{j^{1-w}}}$$

Thus,

$$\begin{aligned} \frac{\sum_{j=1}^{r-1} \frac{w}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^{r+1} \frac{w}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{w}{j^{1-w}}} &\leq \frac{\sum_{j=1}^{r-1} \frac{w}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^r \frac{w}{j^{1-w}} + \frac{w}{r^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{w}{j^{1-w}}} \\ &= \frac{\sum_{j=1}^r \frac{w}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^r \frac{w}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{w}{j^{1-w}}} \end{aligned}$$

Similarly,

$$\frac{\sum_{j=1}^{r-2} \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^{r+2} \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}} \leq \frac{\sum_{j=1}^{r-2} \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}} + \frac{W}{(r-1)^{1-w}} + \frac{W}{r^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}}$$

$$= \frac{\sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}}$$

Inductively, if  $r > 2$ , for  $0 \leq s < r$ , we obtain

$$\frac{\sum_{j=1}^{r-s} \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^{r+s} \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}} \leq \frac{\sum_{j=1}^{r-s} \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}} + \frac{W}{(r-s+1)^{1-w}} + \dots + \frac{W}{r^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}}$$

$$= \frac{\sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}}.$$

Hence, we obtain that

$$\frac{\sum_{j=1}^N \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^M \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^k \frac{W}{j^{1-w}}} \leq \frac{\sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}} = \frac{2 \sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}}$$

On the other hand, if  $k = 2r + 1$ , similarly, we can show

$$\frac{\sum_{j=1}^N \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^M \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^k \frac{W}{j^{1-w}}} \leq \frac{\sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^{r+1} \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r+1} \frac{W}{j^{1-w}}}.$$

Now, for  $r \in \mathbb{N}$ , and for  $w \in (0,1)$  define

$$Q_w(2r) := \frac{2 \sum_{j=1}^r \frac{W}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r} \frac{W}{j^{1-w}}} \sim \frac{2 \int_0^r t^{w-1} dt}{\int_0^{2r} t^{w-1} dt} = 2^{1-w}.$$

Also,

$$Q_w(2r+1) := \frac{\sum_{j=1}^r \frac{1}{j^{1-w}} + \sum_{j=1}^{r+1} \frac{1}{j^{1-w}}}{\sum_{j=1}^{2r+1} \frac{1}{j^{1-w}}} \sim \frac{\int_0^r t^{w-1} dt + \int_0^{r+1} t^{w-1} dt}{\int_0^{2r+1} t^{w-1} dt}$$

$$= \frac{(r+1)^w + r^w}{(2r+1)^w}$$

$$= \frac{(1 + \frac{1}{r})^w + 1}{(2 + \frac{1}{r})^w}.$$

Hence, for both cases

$$\frac{\sum_{j=1}^{k_2} z_j^*}{\sum_{j=1}^{k_2} \frac{w}{j^{1-w}}} \leq Q_w(k) < 2, \forall k \in \mathbb{N}.$$

and

$$\lim_{k \rightarrow \infty} Q_w(k) = 2^{1-w} < 2$$

Thus,

$$\alpha(U) = \sup_{f,g \in \mathcal{B}_U} \| |f| \vee |g| \|_{\rho, \infty} < 2$$

## 2.2. Upper bound estimate for the right shift mapping to be uniformly Lipschitz on a large class in $L_1[0, 1]$

In this subsection, we investigate right shift mapping defined on a large class of closed, bounded and convex subsets of  $\ell_{w,1}$  which was given in Definition 1.5 as the Lorentz sequence space when the measure is considered as counting measure for Lorentz function space. We want them to fail the fixed point property for the right shift mapping while the mapping becomes uniformly Lipschitz since we know by the result of Dowling et al. (2000) since they showed that if a Banach space contains an isomorphic copy of  $\ell^1$ , then it fails the fixed point property for uniform Lipschitz mappings. Now, we consider the following class of closed, bounded and convex subsets.

**Example 2.4** Let  $w \in (0,1)$ . Fix  $b \in (0,1)$ . Define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  by setting  $f_1 := b \frac{1}{w} e_1$ , and  $f_n := \frac{n^{1-w}}{w} e_n$ , for all integers  $n \geq 2$  where the sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is the canonical basis of both  $c_0$  and  $\ell^1$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $\ell_{w,1}$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \forall n \in \mathbb{N}, \quad t_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

Consider the right shift mapping  $T: E \rightarrow E$  defined by

$$T(x) = T\left(\sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n\right) = \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_{n+1}.$$

Then, for any  $x = \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k$  and  $y = \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k$  in  $E$

$$\begin{aligned} \|y - x\|_{w,1} &= \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right\|_{w,1} \\ &= \left\| \left( b \frac{1}{w} (t_1 - \gamma_1), \frac{2^{1-w}}{w} (t_2 - \gamma_2), \frac{3^{1-w}}{w} (t_3 - \gamma_3), \dots \right) \right\|_{w,1} \end{aligned}$$

Now note the following fact for arbitrary absolutely summable scalars.

$$\sum_{k=1}^{\infty} s_k^* = \sum_{k=2}^{\infty} |s_k|$$

Also,

$$\sum_{k=1}^{\infty} s_k^* r_k^* \geq \sum_{k=2}^{\infty} |s_k r_k| = \sum_{k=2}^{\infty} (s_k r_k)^*$$

and so

$$b|t_1 - \gamma_1| + \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k| = [b(t_1 - \gamma_1)]^* + (t_2 - \gamma_2)^* + (t_3 - \gamma_3)^* + \dots$$

$$\begin{aligned}
 &= [w]^* \left[ \frac{1}{w} \right]^* [b(t_1 - \gamma_1)]^* + \left[ \frac{w}{2^{1-w}} \right]^* \left[ \frac{2^{1-w}}{w} \right]^* (t_2 - \gamma_2)^* + \left[ \frac{w}{3^{1-w}} \right]^* \left[ \frac{3^{1-w}}{w} \right]^* (t_3 - \gamma_3)^* + \dots \\
 &= w \left[ \frac{1}{w} \right]^* [b(t_1 - \gamma_1)]^* + \frac{w}{2^{1-w}} \left[ \frac{2^{1-w}}{w} \right]^* (t_2 - \gamma_2)^* + \frac{w}{3^{1-w}} \left[ \frac{3^{1-w}}{w} \right]^* (t_3 - \gamma_3)^* + \dots \\
 &\geq w \left[ \frac{b}{w} (t_1 - \gamma_1) \right]^* + \frac{w}{2^{1-w}} \left[ \frac{2^{1-w}}{w} (t_2 - \gamma_2) \right]^* + \frac{w}{3^{1-w}} \left[ \frac{3^{1-w}}{w} (t_3 - \gamma_3) \right]^* + \dots \\
 &= \|y - x\|_{w,1} .
 \end{aligned}$$

Hence,

$$\|y - x\|_{w,1} = b|t_1 - \gamma_1| + \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k|.$$

Moreover,  $\forall n \in \mathbb{N}$ ,

$$\begin{aligned}
 &\|T^n y - T^n x\|_{w,1} = \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_{k+n} - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_{k+n} \right\|_{w,1} \\
 &= \left\| \left( 0, \dots, 0, \frac{(n+1)^{1-w}}{w} (t_1 - \gamma_1), \frac{(n+2)^{1-w}}{w} (t_2 - \gamma_2), \dots, \frac{(n+k)^{1-w}}{w} (t_k - \gamma_k), \dots \right) \right\|_{w,1} \\
 &= w \left[ \frac{(n+1)^{1-w}}{w} (t_1 - \gamma_1) \right]^* + \frac{w}{2^{1-w}} \left[ \frac{(n+2)^{1-w}}{w} (t_2 - \gamma_2) \right]^* \\
 &\quad + \frac{w}{3^{1-w}} \left[ \frac{(n+3)^{1-w}}{w} (t_3 - \gamma_3) \right]^* + \dots + \frac{w}{k^{1-w}} \left[ \frac{(n+k)^{1-w}}{w} (t_k - \gamma_k) \right]^* + \dots
 \end{aligned}$$

Now recall the fact for arbitrary absolutely summable scalars

$$\sum_{k=1}^{\infty} s_k^* r_k^* \geq \sum_{k=2}^{\infty} |s_k r_k| = \sum_{k=2}^{\infty} (s_k r_k)^*;$$

and so,

$$\sum_{k=1}^{\infty} u_k s_k^* r_k^* \geq \sum_{k=2}^{\infty} u_k (s_k r_k)^*$$

then

$$\begin{aligned}
 \|T^n y - T^n x\|_{w,1} &\leq w \left[ \frac{(n+1)^{1-w}}{w} \right]^* (t_1 - \gamma_1)^* + \frac{w}{2^{1-w}} \left[ \frac{(n+2)^{1-w}}{w} \right]^* (t_2 - \gamma_2)^* \\
 &\quad + \frac{w}{3^{1-w}} \left[ \frac{(n+3)^{1-w}}{w} \right]^* (t_3 - \gamma_3)^* + \dots \\
 &\leq |t_1 - \gamma_1| + \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k| = \left| 1 - \sum_{k=2}^{\infty} t_k - 1 + \sum_{k=2}^{\infty} \gamma_k \right| + \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \\
 &\leq 2 \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k|
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\leq 2 \left( b|t_1 - \gamma_1| + \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \right) \\ &= 2 \|y - x\|_{w,1} \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned} \|T^n y - T^n x\|_{w,1} &= \frac{1}{b} \left( b|t_1 - \gamma_1| + b \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \right) \\ &\leq \frac{1}{b} \left( b|t_1 - \gamma_1| + \sum_{k=2}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \right) \\ &= \frac{1}{b} \|y - x\|_{w,1} \end{aligned}$$

thus we have  $\|T^n y - T^n x\|_{w,1} \leq \min\left\{\frac{1}{b}, 2\right\} \|y - x\|_{w,1}$  for all  $n \in \mathbb{N}$  and  $x, y \in E$ .

Hence, as we see that we get exactly similar results and calculations to those of the section 3.2 in Everest's Ph.D. thesis [Everest (2013)] and the following theorem will be also obtained similarly to his proof method by imitating the above result.

**Theorem 2.4** Let  $w \in (0,1)$ . Fix  $b \in (0,1)$ . Define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  by setting  $f_1 := b \frac{1}{w} e_1$ , and  $f_n := \frac{n^{1-w}}{w} e_n$ , for all integers  $n \geq 2$  where the sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is the canonical basis of both  $c_0$  and  $\ell^1$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $\ell_{w,1}$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \forall n \in \mathbb{N}, \quad t_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

Consider the right shift mapping  $T: E \rightarrow E$  defined by

$$T(x) = T \left( \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n \right) = \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_{n+1}.$$

Then, for any  $x = \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k$  and  $y = \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k$  in  $E$  and  $\forall n \in \mathbb{N}$ ,

$$\|T^n y - T^n x\|_{w,1} \leq \frac{2}{1+b} \|y - x\|_{w,1}$$

such that  $\frac{2}{1+b}$  is the smallest possible uniform Lipschitz constant satisfying the above condition.

### 3.CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, we investigated Lorentz function space  $L_{w,1}^0[0,1]$ , predual of  $L_{w,1}[0,1]$  and Lorentz sequence space  $\ell_{w,1}$ . We computed Riesz angle for a large infinite dimensional subspace of  $L_{w,1}^0[0,1]$  to check for which  $w$ , the subspace can have the weak fixed point property. As our second research subject, we worked on uniform Lipschitz mappings on a

large class of subsets in  $\ell_{w,1}$  which is the Lorentz sequence space when counting measure is used for Lorentz function space  $L_{w,1}[0,1]$ . Dowling, Lennard and Turett showed that if a Banach space contains an isomorphic copy of  $\ell^1$ , then it fails the fixed point property for uniform Lipschitz mappings. In this study, we found an upper bound estimate for the right shift mapping to be uniformly Lipschitz failing the fixed point property on a class of closed, bounded and convex subsets in  $\ell_{w,1}$ . Interested researchers may want to investigate larger classes and they may consider different spaces.

## REFERENCES

- Alspach, D. E. 1981. A fixed point free nonexpansive map. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 82(3), 423-424.
- Brézis, H. and Lieb, E. 1983. A relation between pointwise convergence of functions and convergence of functionals. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 88(3), 486-490.
- Borwein, J. M. and Sims, B. 1984. Non-expansive mappings in Banach lattices and related topics. *Houston J. Math.*, 10, 339–356.
- Browder, F. E. 1965. Fixed-point theorems for noncompact mappings in Hilbert space. *P Natl Acad Sci USA*, 53(6), 1272–1276.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2000. Some fixed point results in  $l^1$  and  $c_0$ . *Nonlinear Analysis*, 39(7), 929-936.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2004. Weak compactness is equivalent to the fixed point property in  $c_0$ . *Proceedings of the American Mathematical Society*, 1659-1666.
- Everest, T. 2013. Fixed points of nonexpansive maps on closed, bounded, convex sets in  $l^1$ . Ph.D. Thesis, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA.
- Goebel, K. and Kuczumow, T. 1979. Irregular convex sets with fixed-point property for nonexpansive mappings. In *Colloquium Mathematicum*, 2(40), 259-264.
- Kaczor, W. and Prus, S. 2004. Fixed point properties of some sets in  $l^1$ , in *Proceedings of the International Conference on Fixed Point Theory and Applications*.
- Kirk, W. A. 1965. A fixed point theorem for mappings which do not increase distances. *The American mathematical monthly*, 72(9), 1004-1006.
- Lin, P. K. 2008. There is an equivalent norm on  $\ell_1$  that has the fixed point property. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications*, 68(8), 2303-2308.
- Hernández-Linares, C. A. 2011. Propiedad de punto fijo, normas equivalentes y espacios de funciones no-conmutativos, Ph.D. thesis, Universidad de Sevilla.
- Lindenstrauss, J. and Tzafriri, L. 1977. *Classical Banach Spaces I*. Springer-Verlag.
- Lorentz, G. G. 1950. Some new functional spaces. *Annals of Mathematics*, 37-55.
- Maurey, B. 1981. Points fixes des contractions de certains faiblement compacts de  $L^1$ . *Seminaire d'Analyse Fonctionnelle, 1980-1981, Centre de Mathématiques, École Polytech., Palaiseau, Exp. No. VIII, 19 pp.*



**EXPLORING ASYMPTOTICALLY ISOMETRIC PROPERTIES THAT IMPLY THE  
FAILURE OF THE FIXED POINT PROPERTY IN COPIES OF  $c_0$**

**Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,**

Kafkas University,

**ABSTRACT**

James' Distortion theorems played a vital role to investigate Banach spaces containing nice copies of  $c_0$  or  $\ell^1$  and their failure of the fixed point property for nonexpansive mappings. His tools led researchers to see that every classical nonreflexive Banach space contains an isomorphic copy of either  $\ell^1$  or  $c_0$ . For instance, finding asymptotically isometric (ai) copies of  $\ell^1$  or  $c_0$  inside a Banach space reveals the space's failure of the fixed point property for nonexpansive mappings. There have been many researches done using these tools developed by James and followed by Dowling, Lennard and Turett mainly to see if a Banach space can be renormed to have the fixed point property for nonexpansive mappings when there is failure. Recently, Nezir obtained alternative asymptotically isometric properties implying failure of the fixed point property inside copies of  $\ell^1$  and  $c_0$ . Dowling, Lennard and Turett showed an example of a Banach space such that their example and its all infinite dimensional subspaces fail the fixed point property while none does not contain any asymptotically isometric copy of  $c_0$ . Nezir introduced a new property for a Banach space to check if it fails the fixed point property. He proved that if a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$  then it has the property he introduced but the converse is not true. In this study, we provide more alternative asymptotically isometric properties. Analogously, we show that if a Banach space satisfies the property we introduce then it fails to have the fixed point property for nonexpansive mappings; moreover, if a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$  then it has the property we introduce but the converse is not true.

**Keywords:** fixed point property, nonexpansive mapping, renorming, asymptotically isometric copy of  $c_0$ .

**ÖZET**

$c_0$  veya  $\ell^1$ 'in iyi kopyalarını içeren Banach uzaylarının ve bunların sabit nokta teorisini bozup bozmadıklarını incelemekte James Distorsiyon teoremleri önemli bir rol oynamıştır. James'in geliştirdiği bu araçlar araştırmacılara klasik yansımayan Banach uzaylarının  $c_0$  veya  $\ell^1$ 'den birinin bir izomorfik kopyasını içerdiğini görmelerinde öncülük etmiştir. Örneğin, James'in çalışmalarından sonra görülmüştür ki Banach uzayın  $c_0$  veya  $\ell^1$ 'in asimtotik izometrik kopyasını içermesi uzayın genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini bozduğuna ışık tutmaktadır. Öncelikle James tarafından geliştirilen ve sonrasında Dowling, Lennard ve Turett'in takibiyle geliştirilen araçlar daha çok sabit nokta teorisini kendi normlarına göre sağlamayan Banach uzaylarının sabit nokta teorisini sağlayacak şekilde yeniden normlanıp

normlanamayacağını görmek için kullanılmıştır. Yakın zamanda Nezir  $c_0$  veya  $\ell^1$ 'in kopyasını içeren bir Banach uzayının genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlamadığını gösteren alternatif asimtotik izometrik araçlar elde etmiştir. Nezir göstermiştir ki eğer bir Banach uzayı  $c_0$ 'ın asimtotik izometrik kopyasını içerirse bu durumda aynı zamanda ele alınan Banach uzayı bir alternatif asimtotik özellik içermektedir fakat bunun tersi doğru değildir. Biz bu çalışmamızda yeni alternatif asimtotik özellikler bulmaktayız ve göstermekteyiz ki eğer bir Banach uzayı bizim tanımladığımız yeni alternatif asimtotik izometrik özelliğe sahip ise bu durumda genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahip olamaz; ayrıca, eğer bir Banach uzayı  $c_0$ 'ın asimtotik izometrik kopyasını içerirse bu durumda aynı zamanda ele alınan Banach uzayı bizim tanımlamış olduğumuz alternatif asimtotik özelliğide sağlamaktadır fakat bunun tersi doğru değildir.

**Anahtar Kelimeler:** sabit nokta teorisi, genişlemeyen fonksiyon, yeniden normlama,  $c_0$ 'ın asimtotik izometrik kopyası.

## 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

A Banach space is called to have the fixed point property for non-expansive mappings [fpp(n.e.)] if any non-expansive self mappings defined on any non-empty closed, bounded and convex subset of the Banach space has a fixed point. It has been seen that most classical Banach spaces fail the fixed point property and especially there is a fact that if a Banach space is a non-reflexive Banach lattice then it fails the fixed point property if it contains either an isomorphic copy of  $c_0$  or  $\ell^1$ , Banach space of scalar sequences converging to 0, or an isomorphic copy of  $\ell^1$ , Banach space of absolutely summable scalar sequences [Lindenstrauss and Tzafriri (1977)].

James (1964) developed a tool which leded researchers to understand if a Banach space contains an isomorphic copy of  $c_0$  or  $\ell^1$ . Strengthening James' Distortion theorems, Dowling et al. (1998) obtained new tools to test if a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$  which implies the failure of the fixed point property for nonexpansive mappings.

Dowling et al. (2010) showed an example of a Banach space such that their example and its all infinite dimensional subspaces fail the fixed point property while none does not contain any asymptotically isometric copy of  $c_0$ .

Nezir introduced a new property for a Banach space to check if it fails the fixed point property. He proved that if a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$  then it has the property he introduced but the converse is not true.

In this study, we provide more alternative asymptotically isometric properties. Analogously, we show that if a Banach space satisfies the property we introduce then it fails to have the

fixed point property for nonexpansive mappings; moreover, if a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$  then it has the property we introduce but the converse is not true.

Now we provide some preliminaries before giving our main results.

**Definition 1.1** Let  $K$  be a non-empty closed, bounded, convex subset of a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$ . Let  $T: K \rightarrow K$  be a mapping. We say  $T$  is nonexpansive if  $\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|$  for all  $x, y \in K$ . Also, we say that  $K$  has the fixed point property for nonexpansive mappings [fpp(n.e.)] if for all nonexpansive mappings  $T: K \rightarrow K$ , there exists  $z \in K$  with  $T(z) = z$ .

As usual,  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  is given by  $c_0 := \{x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} : \text{each } x_n \in \mathbb{R} \text{ and } \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 0\}$ . Further,  $\|x\|_\infty := \sup_{n \in \mathbb{N}} |x_n|$ , for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0$ . Also,  $c_{00}$  is the space of sequences with finitely many nonzero terms.

**Definition 1.2** [Dowling et al. (1998)] A Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  is said to contain an asymptotically isometric copy of  $c_0$  if there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that

$$\sup_n (1 - \varepsilon_n) |a_n| \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq \sup_n |a_n| ,$$

for all finite sequence  $(a_n)_n$ .

**Theorem 1.3** [Dowling et al. (1998)] A Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$  if and only if there is a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and there are scalars  $0 < k < K < \infty$  such that

1. for all finite sequences  $(a_n)_n$ ,

$$k \sup_{n \in \mathbb{N}} |a_n| \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq K \sup_{n \in \mathbb{N}} |a_n|$$

and

2.  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = K$ .

Then, the following theorem is given as one of their results in [Dowling et al. (1998)].

**Theorem 1.4** If a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$ , then  $X$  fails fpp(n.e.).

## 2.MAIN RESULT

In this section, define a new property that implies the failure of the fixed point property for nonexpansive mappings. That is, we show that if a Banach space has the property we introduce then it fails to have the fixed point property for nonexpansive mappings. We find an alternative way of detecting our property. Then, we show that contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$  then it has the property we introduce but the converse is not true.

**Definition 2.1** We will say a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $c_0$  (which stands for new alternative asymptotically isometric property for spaces in a copy of  $c_0$ ) if there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that

$$\begin{aligned} \sup_n \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \\ &\leq \sup_n (1 + \varepsilon_n) \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 + \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}, \end{aligned}$$

for all  $(a_n)_n \in c_{00}$ .

**Theorem 2.2** A Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $c_0$  if and only if there is a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and there are scalars  $0 < k < K < \infty$  such that

1. for all finite sequences  $(a_n)_n$ ,

$$k \left( \sup_{n \in \mathbb{N}} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right) \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq K \left( \sup_{n \in \mathbb{N}} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right)$$

and

2.  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = K$ .

Proof. Assume that a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $c_0$ . Then, there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that

$$\begin{aligned} \sup_n \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \\ &\leq \sup_n (1 + \varepsilon_n) \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 + \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}, \end{aligned}$$

for all  $(a_n)_n \in c_{00}$ .

Now for each  $n \in \mathbb{N}$ , define  $y_n := x_n - x_{n-1}$  with  $x_0 = 0$ . So there exist a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that for all finite sequences  $(a_n)_n$

$$\sup_n (1 - \varepsilon_n) |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| \leq \sup_n |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|}.$$

Then, taking  $(a_n)_n$  as the unit basis  $(e_n)_n$  of  $c_0$  in the , we get  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|y_n\| = 1$ .

Now, let  $k = \inf_n (1 - \varepsilon_n)$ . Then, we have for all finite sequences  $(a_n)_n$ ,

$$k \left( \sup_n |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right) \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| \leq \sup_n |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|}.$$

So condition (1) and (2) are satisfied.

Conversely, assume that there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and  $k \in (0,1]$  so that for all finite sequences  $(a_n)_n$ ,

$$k \left( \sup_{n \in \mathbb{N}} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right) \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq \sup_{n \in \mathbb{N}} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|}$$

and  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = 1$ .

Let  $(\varepsilon_n)_n$  be a null sequence in  $(0,1)$ . It can be seen that  $k \leq \left\| \frac{2^{n+1}x_n}{1+2^{n+1}} \right\| \leq 1, \forall n \in \mathbb{N}$ . Hence, by passing to subsequences if necessary we can assume that  $1 - \varepsilon_n \leq \left\| \frac{2^{n+1}x_n}{1+2^{n+1}} \right\| \leq 1$ , for all  $n \in \mathbb{N}$ . By passing to subsequences again, if necessary, we can suppose that  $\varepsilon_n < \frac{(2^{n+3}-1)k}{32(1+2^{n+1})}$  for all  $n \in \mathbb{N}$ .

Define  $\delta_n = \frac{1}{2^{n+3}} + \frac{16\varepsilon_n}{k} \left(1 + \frac{1}{2^{n+1}}\right)$  for all  $n \in \mathbb{N}$ .

Let  $a_1, a_2, \dots, a_n$  be arbitrary scalars. First, we will work for the left side of the inequality for the property NAAIP- $c_0$ .

Now, scaling each  $|a_j|$  by  $2 \max_{1 \leq j \leq n} |a_j|$ , we may suppose that  $\max_{1 \leq j \leq n} |a_j| = \frac{1}{2}$ .

Then, we will see that in order to show  $X$  has property NAAIP- $c_0$ , it will suffice to show that

$$\max_{1 \leq j \leq n} (1 - \delta_j) |a_j| + \sum_{j=1}^n (1 - \delta_j) \frac{1}{2^j} \frac{|a_j|}{1 + |a_j|} \leq \left\| \sum_{j=1}^n a_j x_j \right\|.$$

If  $4|a_s| < k$ , then  $2(1 - \delta_s)|a_s| \leq 2(1 - \varepsilon_s)|a_s| < \frac{k}{2} \leq \left\| \sum_{s=1}^n a_s x_s \right\|$ .

But if  $|a_s| \geq \frac{k}{4}$ , choose  $d_s$  with  $d_s a_s = \frac{|a_s|}{2^s}$ . By convexity we have

$$\begin{aligned} & 1 + \frac{1}{2^{s+1}} - \varepsilon_s \left(1 + \frac{1}{2^{s+1}}\right) \leq \|x_s\| \\ & \leq \left\| x_s + \sum_{\substack{1 \leq j \leq n \\ j \neq s}} d_s a_j x_j \right\| + \frac{1}{2} \left\| x_s - \sum_{1 \leq j \leq n, j \neq s} d_s a_j x_j \right\| \\ & \leq \frac{1}{2} \left\| x_s + \sum_{\substack{1 \leq j \leq n \\ j \neq s}} d_s a_j x_j \right\| + \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{1}{2^{s+1}} + \frac{|d_s|}{2} \right] \\ & \leq \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} & \left\| x_s - d_s a_s x_s + \sum_{\substack{1 \leq j \leq n \\ j \neq s}} d_s a_j x_j \right\| \\ & + \left\| x_s + d_s a_s x_s + \sum_{\substack{1 \leq j \leq n \\ j \neq s}} d_s a_j x_j \right\| \end{aligned} \right\} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^{s+2}} + \frac{|a_s|}{2^{s+2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\leq \frac{1}{2} \left\{ \left\| \left( 1 - \frac{|a_s|}{2^s} \right) x_s + \sum_{\substack{1 \leq j \leq n \\ j \neq s}} d_s a_j x_j \right\| \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2} \left[ \left( 1 + \frac{|a_s|}{2^s} \right) + \frac{1}{2^{s+1}} + \sum_{1 \leq j \leq n} \frac{|d_s| |a_j|}{2^j} \right] \right\} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^{s+2}} + \frac{|a_s|}{2^{s+2}} \\ &\leq \frac{1}{4} \max \left\{ 1 - \frac{|a_s|}{2^s}, d_s \right\} \left\| \sum_{j=1}^n a_j x_j \right\| + \frac{3}{4} + \frac{3}{2^{s+3}} + \frac{7|a_s|}{2^{s+3}} \\ &\leq \frac{1}{4} \left( 1 - \frac{|a_s|}{2^s} \right) \left\| \sum_{j=1}^n a_j x_j \right\| + \frac{3}{4} + \frac{3}{2^{s+3}} + \frac{4|a_s|}{2^{s+3}} + \frac{3|a_s|}{2^{s+3}} \\ &\leq \frac{1}{4} \left\| \sum_{j=1}^n a_j x_j \right\| + \frac{3}{4} + \frac{1}{2^{s+1}} + \frac{2|a_s|}{2^{s+2}} . \end{aligned}$$

Thus,

$$2|a_s| - 2|a_s| \frac{1}{2^{s+2}} - 4\varepsilon_s \left( 1 + \frac{1}{2^{s+1}} \right) \leq \left\| \sum_{j=1}^n a_j x_j \right\| .$$

Hence, since  $|a_s| \geq \frac{k}{4}$ ,

$$\left\| \sum_{k=1}^n a_j x_j \right\| \geq 2|a_s| - 2|a_s| \frac{1}{2^{s+2}} - 4\varepsilon_s \left( 1 + \frac{1}{2^{s+1}} \right) \frac{4|a_s|}{k} = 2(1 - \delta_s) |a_s| .$$

Therefore, considering both cases and taking sup over  $s$ , we have

$$\sup (1 - \delta_s) |a_s| + \sup (1 - \delta_s) |a_s| \leq \left\| \sum_{s=1}^n a_s x_s \right\| .$$

Hence, there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\delta_n)_n$  such that for any finite sequence  $(a_n)_n$ ,

$$\sup_{n \in \mathbb{N}} (1 - \delta_n) |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \delta_n) \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq \sup_{n \in \mathbb{N}} |t_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} .$$

Now for each  $n \in \mathbb{N}$ , define  $z_n := \sum_{j=1}^n x_j$ . Then, there exist a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that for all  $(a_n)_n \in c_{00}$ ,

$$\begin{aligned} \sup_{n \in \mathbb{N}} \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n z_n \right\| \\ &\leq \sup_{n \in \mathbb{N}} (1 + \varepsilon_n) \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 + \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} . \end{aligned}$$

So we are done.

**Theorem 2.3** If a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $c_0$ , then  $X$  fails fpp(n.e.).

Proof. Assume that a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $c_0$ . Then, there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that

$$\begin{aligned} \sup_n \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \\ &\leq \sup_n (1 + \varepsilon_n) \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 + \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} , \end{aligned}$$

for all  $(a_n)_n \in c_0$ .

Now for each  $n \in \mathbb{N}$ , define  $y_n := x_n - x_{n-1}$  with  $x_0 = 0$ . So there exist a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that for all finite sequences  $(a_n)_n$

$$\sup_n (1 - \varepsilon_n) |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| \leq \sup_n |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|}.$$

Let  $(\gamma_n)_n$  be a strictly decreasing sequence in  $(1, \infty)$  with  $\lim_{n \rightarrow \infty} \gamma_n = 1$ .

By passing to subsequences if necessary we can assume that

$$\gamma_{n+1} < (1 - \varepsilon_n) \gamma_n.$$

Define  $z_n = \gamma_n y_n$ , for all  $n \in \mathbb{N}$ , and let  $C = \{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n z_n : 1 = t_1 \geq t_2 \geq \dots \geq t_n \downarrow_n 0 \}$  which is a closed bounded convex subset of  $X$ .

Now, consider the mapping  $T: C \rightarrow C$  given by  $T(\sum_{n=1}^{\infty} t_n z_n) = z_1 + \sum_{n=1}^{\infty} t_n z_{n+1}$ , where  $1 \geq t_n \geq 0$  for all  $n \in \mathbb{N}$ .

It is clear that  $T$  has no fixed points in  $C$ .

We will now show that  $T$  is nonexpansive (in fact,  $T$  is contractive).

Write  $u = \sum_{n=1}^{\infty} t_n z_n$  and  $w = \sum_{n=1}^{\infty} s_n z_n$  as two arbitrary elements of  $C$  with  $u \neq w$ .

Then,

$$\begin{aligned} \|Tu - Tw\| &= \left\| \sum_{n=1}^{\infty} (t_n - s_n) z_{n+1} \right\| \\ &= \left\| \sum_{n=1}^{\infty} (t_n - s_n) \gamma_{n+1} y_{n+1} \right\| \\ &\leq \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|t_n - s_n|}{1 + |t_n - s_n|} \gamma_{n+1} + \sup_n |t_n - s_n| \gamma_{n+1} \\ &< \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|t_n - s_n|}{1 + |t_n - s_n|} \gamma_n (1 - \varepsilon_n) + \sup_n |t_n - s_n| \gamma_n (1 - \varepsilon_n) \\ &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} (t_n - s_n) \gamma_n y_n \right\| \\ &= \|u - w\|. \end{aligned}$$

This completes the proof.

**Theorem 2.4** If a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$ , then  $X$  has property NAAIP- $c_0$  but the converse does not hold.

Proof. Assume that a Banach space  $X$  contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$ . Then, by Theorem 1.3, there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  with  $\lim_n \|x_n\| = 1$  and  $k \in (0,1]$  such that for all finite sequences  $(a_n)_n$ ,

$$k \sup_n |a_n| \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq \sup_n |a_n| .$$

Then, letting  $s := \frac{k}{2}$ , we have

$$s \left( \sup_{n \in \mathbb{N}} |t_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|t_n|}{1 + |t_n|} \right) \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} t_n x_n \right\| \leq \sup_{n \in \mathbb{N}} |t_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|t_n|}{1 + |t_n|} .$$

Hence,  $X$  has property NAAIP- $c_0$  by Theorem 2.2.

To prove the converse does not hold, we consider the following equivalent norm on  $c_0$ .

Define the equivalent norm  $\|\cdot\|$  on  $c_0$  by for any  $x = (x_n)_n$ ,

$$\|x\| = \sup_{n \in \mathbb{N}} |x_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|x_n|}{1 + |x_n|} .$$

Then, using the similar technique in Example 5 of Dowling et al. (1998), one can see that  $(c_0, \|\cdot\|)$  does not contain any asymptotically isometric copy of  $c_0$  but it is clear that it has property NAAIP- $c_0$ .

### 3.CONCLUSION AND DISCUSSION

In our paper, we studied to obtain a stronger and alternative concept to the notion of a Banach space's containing an asymptotically isometric copy of  $c_0$ . Then, we introduced a new property property that implies the failure of the fixed point property for nonexpansive mappings; moreover, we showed that if a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $c_0$  then it has the property we introduced but the converse is not true. Researchers may work on strengthening our property and obtain more alternative tools to test the failure of the fixed point property for nonexpansive mappings on Banach spaces.

### REFERENCES

- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 1998. Asymptotically isometric copies of  $c_0$  in Banach spaces. *J. Math. Anal. Appl.*, 219, 377–391.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2010. Failure of the FPP inside an asymptotically isometric-free copy of  $c_0$ . *Nonlinear Anal.*, 73(5), 1175-1179.
- James R. C. 1964. Uniformly non-square Banach spaces. *Ann. of Math. (2)*, 542–550.
- Lindenstrauss, J. and Tzafriri, L. 1977. Classical Banach spaces I: sequence spaces, *ergebnisse der mathematik und ihrer grenzgebiete*. Vol. 92, Springer-Verlag, New York.



**EXPLORING ASYMPTOTICALLY ISOMETRIC PROPERTIES THAT IMPLY THE  
FAILURE OF THE FIXED POINT PROPERTY IN COPIES OF  $\ell^1$**

**Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,**

Kafkas University,

**ABSTRACT**

Dowling, Lennard and Turett introduced two asymptotically isometric properties to detect failure of fixed point property inside copies of  $\ell^1$  and  $c_0$ . There have been many researches done using these tools mainly to see if a Banach space can be renormed to have the fixed point property for nonexpansive mappings when there is failure. Recently, Nezir obtained alternative asymptotically isometric properties implying failure of the fixed point property inside copies of  $\ell^1$  and  $c_0$ . Nezir introduced a new property for a Banach space to check if it fails the fixed point property. He proved that a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  if and only if it has the property he introduced so he obtained an equivalent property. In this study, we provide more alternative asymptotically isometric properties in copies of  $\ell^1$ . Analogously, we introduce a new property equivalent for a Banach space to contain asymptotically isometric copy of  $\ell^1$ . That is, we show that a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  if and only if it has the property we introduce.

**Keywords:** fixed point property, nonexpansive mapping, renorming, asymptotically isometric copy of  $\ell^1$ .

**ÖZET**

Dowling, Lennard ve Turett,  $c_0$  veya  $\ell^1$ 'in iyi kopyalarını içeren Banach uzaylarının sabit nokta teorisini sağlayıp sağlamadıklarını test etmek için iki adet asimtotik izometrik özellik tanımlamışlardır. Bu araçları kullanarak, bir çok araştırma genellikle sabit nokta teorisini sağlamayan Banach uzaylarının sabit nokta teorisini sağlayacak şekilde yeniden normlanıp normlamayacağını görmek için yapılmıştır. Yakın zamanda Nezir  $c_0$  veya  $\ell^1$ 'in kopyasını içeren bir Banach uzayının genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini sağlamadığını gösteren alternatif asimtotik izometrik araçlar elde etmiştir. Nezir göstermiştir ki bir Banach uzayının  $\ell^1$ 'in asimtotik izometrik kopyasını içermesi için gerek ve yeter koşul ele alınan Banach uzayının tanımlanmış olduğu bir alternatif asimtotik özelliği içermesidir. Biz bu çalışmamızda yeni bir alternatif asimtotik özellik bulmaktayız ve göstermekteyiz ki eğer bir Banach uzayı bizim tanımladığımız yeni alternatif asimtotik izometrik özelliğe sahip ise bu durumda genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahip olamaz; ayrıca, gösteririz ki bir Banach uzayının  $\ell^1$ 'in asimtotik izometrik kopyasını içermesi için gerek ve yeter koşul ele alınan Banach uzayının tanımlanmış olduğumuz alternatif asimtotik özelliği içermesidir.

**Anahtar Kelimeler:** sabit nokta teorisi, genişlemeyen fonksiyon, yeniden normlama,  $\ell^1$ 'in asimtotik izometrik kopyası.

## 1.INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

A Banach space is called to have the fixed point property for non-expansive mappings [fpp(n.e.)] if any non-expansive self mappings defined on any non-empty closed, bounded and convex subset of the Banach space has a fixed point. It has been seen that most classical Banach spaces fail the fixed point property and especially there is a fact that if a Banach space is a non-reflexive Banach lattice then it fails the fixed point property if it contains either an isomorphic copy of  $c_0$  or  $\ell^1$ , Banach space of scalar sequences converging to 0, or an isomorphic copy of  $\ell^1$ , Banach space of absolutely summable scalar sequences [Lindenstrauss and Tzafriri (1977)].

James (1964) developed a tool which led researchers to understand if a Banach space contains an isomorphic copy of  $c_0$  or  $\ell^1$ . Strengthening James' Distortion theorems, Dowling et al. (1996) obtained new tools to test if a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  which implies the failure of the fixed point property for nonexpansive mappings.

Asymptotically isometric copies of the classical Banach spaces  $c_0$  and  $\ell^1$  have applications in metric fixed point theory because they arise naturally in many places. For example, every non-reflexive subspace of  $(L_1[0, 1], \|\cdot\|_1)$ , every infinite dimensional subspace of  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$ , and every equivalent renorming of  $\ell^\infty$  contains an asymptotically isometric copy  $\ell^1$  and so all of these spaces fail the fixed point property [Dowling and Lennard (1997), Dowling et al. (2000)]. The concept of containing an asymptotically isometric copy  $\ell^1$  also arises in the isometric theory of Banach spaces in an intriguing way: a Banach space  $X$  contains an asymptotically isometric copy  $\ell^1$  if and only if  $X^*$  contains an isometric copy of  $(L_1[0, 1], \|\cdot\|_1)$  [Dowling et al. (2001)].

Nezir introduced a new property for a Banach space to check if it fails the fixed point property. He proved that a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  if and only if it has the property he introduced. So he obtained an equivalent property.

In this study, we provide more alternative asymptotically isometric properties. Analogously, we show that if a Banach space satisfies the property we introduce then it fails to have the fixed point property for nonexpansive mappings; moreover, we show that a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  if and only if it has the property we introduce.

Now we provide some preliminaries before giving our main results.

**Definition 1.1** Let  $K$  be a non-empty closed, bounded, convex subset of a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$ . Let  $T: K \rightarrow K$  be a mapping. We say  $T$  is nonexpansive if  $\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|$  for all  $x, y \in K$ . Also, we say that  $K$  has the fixed point property for nonexpansive mappings [fpp(n.e.)] if for all nonexpansive mappings  $T: K \rightarrow K$ , there exists  $z \in K$  with  $T(z) = z$ .

As usual,  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  is given by  $c_0 := \{x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} : \text{each } x_n \in \mathbb{R} \text{ and } \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 0\}$ . Further,  $\|x\|_\infty := \sup_{n \in \mathbb{N}} |x_n|$ , for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0$ . Also,  $c_{00}$  is the space of sequences with finitely many nonzero terms. Furthermore,  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  is the vector space of all absolutely summable scalar sequences such that  $\|x\|_1 := \sum_{n=1}^{\infty} |x_n|$  for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in \ell^1$ .

**Definition 1.2** [Dowling et al. (1996)] A Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  is said to contain an asymptotically isometric copy of  $c_0$  if there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that

$$\sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) |a_n| \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| ,$$

for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ .

**Theorem 1.3** [Dowling et al. (1996)] A Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  if and only if there is a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and there are scalars  $0 < k < K < \infty$  such that

1. for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$k \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq K \sum_{n=1}^{\infty} |a_n|$$

and

2.  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = k$ .

Then, the following theorem is given as one of their results in [Dowling et al. (1997)].

**Theorem 1.4** If a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$ , then  $X$  fails fpp(n.e.).

## 2.MAIN RESULT

In this section, define a new property that implies the failure of the fixed point property for nonexpansive mappings. That is, we show that if a Banach space has the property we introduce then it fails to have the fixed point property for nonexpansive mappings. We find an alternative way of detecting our property. Then, we show that a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  if and only if it has the property we introduce.

**Definition 2.1** We will say a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $\ell^1$  (which stands for new alternative asymptotically isometric property for spaces in a copy of  $\ell^1$ ) if there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1 - \varepsilon_n)}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \\ &\leq \sum_{n=1}^{\infty} \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}, \end{aligned}$$

for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ .

**Theorem 2.2** A Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $\ell^1$  if and only if there is a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and there are scalars  $0 < k < K < \infty$  such that

1. for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$k \left( \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right) \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq K \left( \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right)$$

and

2.  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = k$ .

Proof. Assume that a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $\ell^1$ . Then, there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1 - \varepsilon_n)}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \\ &\leq \sum_{n=1}^{\infty} \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}, \end{aligned}$$

for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ .

Now for each  $n \in \mathbb{N}$ , define  $y_n := x_n - x_{n-1}$  with  $x_0 = 0$ . So there exist a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that for all finite sequences  $(a_n)_n$

$$\sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| \leq \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|}.$$

We may suppose  $(\varepsilon_n)_{n \in \mathbb{N}}$  to be a decreasing sequence.

Let  $z_n = (1 - \varepsilon_n)^{-1} y_n$  for each  $n \in \mathbb{N}$ . Then, for all  $(t_n)_n \in \ell^1$ ,

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n (1 - \varepsilon_n)^{-1} y_n \right\| \\ &\leq \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| (1 - \varepsilon_n)^{-1} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1 - \varepsilon_n)^{-1}}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|}. \end{aligned}$$

Let  $K = \frac{1}{1 - \varepsilon_1}$ . Then we obtain the condition (2) for the sequence  $(z_n)_n$ . Next, taking  $(a_n)_n$  as the unit basis  $(e_n)_n$  of  $c_0$  in the , we get  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|y_n\| = 1$  and so  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|z_n\| = 1$  which means condition (2) holds as well.

Conversely, assume that there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and  $k, K \in (0, \infty)$  with  $k \leq K$  so that for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$k \left( \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right) \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq K \left( \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right)$$

and  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = k$ .

Equivalently we can get that there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and  $k \in (0, 1]$  so that for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$\sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq K \left( \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right)$$

and  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = 1$ .

Let  $(\varepsilon_n)_n$  be a null sequence in  $(0, 1)$ . Since  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = 1$ , and  $\|x_n\| \geq 1$  for all  $n \in \mathbb{N}$ , by passing to subsequences, if necessary, we can assume that  $1 \leq \|x_n\| \leq 1 + \varepsilon_n$  for all  $n \in \mathbb{N}$ .

Define  $y_n = \frac{x_n}{1 + \varepsilon_n}$  for all  $n \in \mathbb{N}$ . Then, since  $\|y_n\| \leq 1$ , we have for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$\left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| \leq \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| \leq \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|}$$

Moreover, by the left hand side inequality of (1), we have

$$\begin{aligned} \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| &= \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n \frac{x_n}{(1 + \varepsilon_n)} \right\| \\ &\geq \sum_{n=1}^{\infty} \frac{|a_n|}{1 + \varepsilon_n} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(1 + \varepsilon_n) 2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \\ &\geq \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1 - \varepsilon_n)}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \end{aligned}$$

Hence, we obtain that there exist a sequence  $(y_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0, 1)$  so that for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$\sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1 - \varepsilon_n)}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| \leq \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|}$$

Now for each  $n \in \mathbb{N}$ , define  $z_n := \sum_{j=1}^n y_j$ . Then, there exist a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0, 1)$  so that for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n z_n \right\| \\ &\leq \sum_{n=1}^{\infty} \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} \end{aligned}$$

So we are done.

**Theorem 2.3** If a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $\ell^1$ , then  $X$  fails fpp(n.e.).

Proof. Assume that a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  has property NAAIP- $\ell^1$ . Then, there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{1 + \varepsilon_n} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \\ &\leq \sum_{n=1}^{\infty} \left| \sum_{j=n}^{\infty} a_j \right| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|\sum_{j=n}^{\infty} a_j|}{1 + |\sum_{j=n}^{\infty} a_j|} , \end{aligned}$$

for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ .

Now for each  $n \in \mathbb{N}$ , define  $y_n := x_n - x_{n-1}$  with  $x_0 = 0$ . So there exist a null sequence  $(\varepsilon_n)_n$  in  $(0,1)$  so that for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$\sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} (1 - \varepsilon_n) \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| \leq \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} .$$

Let  $(\gamma_n)_n$  be a strictly decreasing sequence in  $(1, \infty)$  with  $\lim_{n \rightarrow \infty} \gamma_n = 1$ . By passing to subsequences if necessary we can assume that  $\gamma_{n+1} < (1 - \varepsilon_n) \gamma_n$ .

Define  $z_n = \gamma_n y_n$ , for all  $n \in \mathbb{N}$ , and let  $C = \{\sum_{n=1}^{\infty} t_n z_n : t_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1\}$  which is a closed bounded convex subset of  $X$ .

Now, consider the mapping  $T: C \rightarrow C$  given by  $T(\sum_{n=1}^{\infty} t_n z_n) = z_1 + \sum_{n=1}^{\infty} t_n z_{n+1}$ , where  $1 \geq t_n \geq 0$  for all  $n \in \mathbb{N}$ .

It is clear that  $T$  has no fixed points in  $C$ .

We will now show that  $T$  is nonexpansive (in fact,  $T$  is contractive).

Write  $u = \sum_{n=1}^{\infty} t_n z_n$  and  $w = \sum_{n=1}^{\infty} s_n z_n$  as two arbitrary elements of  $C$  with  $u \neq w$ .

Then,

$$\begin{aligned} \|Tu - Tw\| &= \left\| \sum_{n=1}^{\infty} (t_n - s_n) z_{n+1} \right\| \\ &= \left\| \sum_{n=1}^{\infty} (t_n - s_n) \gamma_{t+1} y_{n+1} \right\| \\ &\leq \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|t_n - s_n|}{1 + |t_n - s_n|} \gamma_{n+1} + \sum_{n=1}^{\infty} |t_n - s_n| \gamma_{n+1} \\ &< \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|t_n - s_n|}{1 + |t_n - s_n|} \gamma_n (1 - \varepsilon_n) + \sum_{n=1}^{\infty} |t_n - s_n| \gamma_n (1 - \varepsilon_n) \\ &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} (t_n - s_n) \gamma_n y_n \right\| \\ &= \|u - w\|. \end{aligned}$$

This completes the proof.

**Theorem 2.4** A Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  if and only if  $X$  has property NAAIP- $\ell^1$  but the converse does not hold.

Proof. Assume that a Banach space  $X$  contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$ . Then, by Theorem 1.3, there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  with  $\lim_n \|x_n\| = 1$  and  $1 \leq K$  such that for all finite sequences  $(a_n)_n$ ,

$$\sum_{n=1}^{\infty} |a_n| \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq K \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| .$$

Then, letting  $y_n = \left(1 + \frac{1}{2^n}\right)x_n$  for each  $n \in \mathbb{N}$  and  $S = \frac{3K}{2}$ , we have

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} &\leq \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{|a_n|}{2^n} \\ &\leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n y_n \right\| \\ &\leq K \left( \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{|a_n|}{2^n} \right) \\ &\leq S \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| \\ &\leq S \left( \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right) \end{aligned}$$

and  $\lim_n \|y_n\| = 1$ .

Hence, by Theorem 2.2.,  $X$  has property NAAIP- $\ell^1$ .

Conversely assume that  $X$  has property NAAIP- $\ell^1$ . Then, using Theorem 2.2., equivalently we can get that there exist a sequence  $(x_n)_n$  in  $X$  and  $k \in (0,1]$  so that for all  $(a_n)_n \in \ell^1$ ,

$$\sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n \right\| \leq K \left( \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{|a_n|}{1 + |a_n|} \right)$$

and  $\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_n\| = 1$ .

Thus,

$$\sum_{n=1}^{\infty} |a_n| \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} t_n x_n \right\| \leq \frac{3K}{2} \sum_{n=1}^{\infty} |a_n| .$$

Hence, we are done by Theorem 1.3.

### 3.CONCLUSION AND DISCUSSION

In our paper, we studied to obtain an equivalent and alternative concept to the notion of a Banach space's containing an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$ . Then, we introduced a new property property that implies the failure of the fixed point property for nonexpansive mappings; moreover, we showed that a Banach space contains an asymptotically isometric copy of  $\ell^1$  if and only if it has the property we introduced. Researchers may work on strengthening our property and obtain more alternative tools to test the failure of the fixed point property for nonexpansive mappings on Banach spaces.

### REFERENCES

- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 1996. Reflexivity and the fixed-point property for nonexpansive maps, *J. Math. Anal. Appl.*, **200(3)**, 653–662.
- Dowling, P. N. and Lennard, C. J. 1997. Every nonreflexive subspace of  $L_1[0,1]$  fails the fixed point property, *Proc. Amer. Math. Soc.*, **125**, 443–446.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 1996. Reflexivity and the fixed-point property for nonexpansive maps, *J. Math. Anal. Appl.*, **200(3)**, 653–662.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2001. Renormings of  $\ell^1$  and  $c_0$  and fixed point properties, in: *Handbook of Metric Fixed Point Theory*, Springer, Netherlands, pp. 269–297.
- James R. C. 1964. Uniformly non-square Banach spaces. *Ann. of Math. (2)*, 542–550.
- Lindenstrauss, J. and Tzafriri, L. 1977. *Classical Banach spaces I: sequence spaces*, *Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete. Vol. 92*, Springer-Verlag, New York.



SET-BASED APPROACH TO AFFINE FIXED POINT PROPERTY FOR SOME  
RENORMINGS OF  $c_0$

Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,  
Sıddık SADE, Tahsin ATEŞ

Kafkas University,

ABSTRACT

In 1979, Goebel and Kuczumow showed that a large class of closed, bounded, convex (c.b.c.), non-weak\*-compact subsets of  $l^1$  has the fixed point property (FPP) for nonexpansive mappings. What about  $c_0$ -analogue of Goebel and Kuczumow's theorem with an equivalent norm? That is, do there exist an equivalent norm  $\|\cdot\|_{\sim}$  on  $(c_0, \|\cdot\|_{\infty})$  and a non-weakly compact, c.b.c. subset  $C$  of  $c_0$ , for which  $C$  has FPP for nonexpansive mappings? In this study, we show that we can find some equivalent norms  $\|\cdot\|_{\sim}$  on  $c_0$  for which there exist non-weakly compact c.b.c. subsets that have FPP for affine  $\|\cdot\|_{\sim}$ -nonexpansive mappings. In fact, we see that our examples are closed, convex hulls of some asymptotically isometric (ai)  $c_0$ -summing basic sequences respect to  $\|\cdot\|_{\infty}$  norm whereas in 2011 Lennard and Nezir showed that the closed, convex hull of any ai  $c_0$ -summing basic sequence fails FPP for affine  $\|\cdot\|_{\infty}$ -nonexpansive mappings.

**Keywords:** fixed point property, closed bounded convex subset, renorming, asymptotically isometric  $c_0$ -summing basic sequence, nonexpansive mappings.

ÖZET

1979'da Goebel ve Kuczumow göstermiştir ki  $l^1$ 'de zayıf kompakt\* olmayan, kapalı, sınırlı ve konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahiptir. Peki Goebel ve Kuczumow teoreminin bir eşdeğer norm ile  $c_0$ -analoğu düşünülebilir mi? Yani,  $(c_0, \|\cdot\|_{\infty})$  üzerinde bir eşdeğer norm  $\|\cdot\|_{\sim}$  ve  $c_0$ 'da zayıf kompakt olmayan, kapalı, sınırlı ve konveks  $C$  kümelerinden oluşan geniş bir sınıf var mıdır ki bu  $C$  kümeleri genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahip olsun. Bu çalışmamızda göstermekteyiz ki  $c_0$  üzerinde tanımlı bazı eşdeğer normlar  $\|\cdot\|_{\sim}$  bulunabilir öyleki burada zayıf kompakt olmayan, kapalı, sınırlı ve konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf afin  $\|\cdot\|_{\sim}$ -genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahiptir. Çalışmamızda yer alan kümeler ise  $c_0$  'ın alışılmış normu olan  $\|\cdot\|_{\infty}$  normuna göre bazı asimtotik izometrik  $c_0$ -toplam baz dizilerinin kapalı konveks kabukları olup 2011'de Lennard ve Nezir'in çalışmasına göre herhangi asimtotik izometrik  $c_0$ -toplam baz dizisinin kapalı konveks kabuğu afin  $\|\cdot\|_{\infty}$ -genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisini bozar.

**Anahtar Kelimeler:** sabit nokta teorisi, kapalı sınırlı konveks, yeniden normlama, asimptotik izometrik  $c_0$ -toplam baz dizisi, genişlemeyen fonksiyon.

## 1. INTRODUCTION AND PRELIMINARIES

Goebel and Kuczumow (1979) constructed very irregular closed, bounded, convex, non-weak\*-compact subsets  $K$  of  $l^1$ , and proved that such  $K$  have FPP(n.e.). Then, in Everest's Ph.D. thesis [Everest (2013)], under supervision of Lennard, Everest found new and larger class of sets that have the fixed point property for nonexpansive mappings in  $l^1$  by using Goebel and Kuczumow ideas.

We recall that Lin (2008) gave the first example of a non-reflexive Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  with the fixed point property for nonexpansive mappings and showed this fact for  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  with the equivalent norm  $\|\cdot\|^*$  given by

$$\|x\|^* = \sup_{k \in \mathbb{N}} \frac{8^k}{1 + 8^k} \sum_{n=k}^{\infty} |x_n|, \quad \text{for all } x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in \ell^1.$$

We wonder  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  analogue of P. K. Lin's work. That is, can we renorm  $c_0$  to have the fixed point property for nonexpansive mappings or not? In fact, recently, under affinity condition, Nezir and Mustafa (2018) gave positive answer for this question. Moreover, Nezir et al. (2018) showed there is another renorming providing the same answer. However, without extra affinity assumption  $c_0$  analogue of P. K. Lin's work is still open. While this is a famous open question,  $c_0$  analogue of Goebel & Kuczumow's theory (with an equivalent norm of course) has also great importance since it would be the first step to find a candidate equivalent norm to work on  $c_0$  analogue of P. K. Lin's work.

In contrast to Goebel and Kuczumow's result for  $l^1$ , Dowling et al. (1998) showed that any closed infinite dimensional subspace of  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  also fails FPP(n.e.). Also, in Dowling et al. (2004) showed that every non-weakly compact, closed, bounded, convex (c.b.c.) subset  $K$  of  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  fails FPP for  $\|\cdot\|_\infty$ -nonexpansive mappings. Thus, to think about  $c_0$  analogue of Goebel and Kuczumow's work, firstly, we have to consider it with an equivalent norm for  $c_0$ . That is, we can work on a question "do there exist any renorming of  $c_0$  and a nonempty closed, bounded and convex subset  $C$  so that every nonexpansive mapping has fixed point property?".

In this paper, we give positive answer for this question when the mapping is also affine. To this end, we construct an equivalent norm, looking like P. K. Lin's norm, with interesting results. Our results are very related with the first author's work in the joint paper with Lennard that we can recall as below:

Lennard and Nezir (2011) showed that the closed convex hull of any asymptotically isometric (ai)  $c_0$ -summing basic sequence  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in a Banach space,  $E := \overline{\text{co}}(\{x_n : n \in \mathbb{N}\})$ , fails the fixed point property for affine nonexpansive mappings.

To obtain their main result, first, they worked on some specific  $c_0$ -summing basic sequences in  $c_0$  and proved the following theorem.

**Theorem 1.1** Assume  $b = (b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is any bounded sequence in  $(0, \infty)$ . Define the sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $c_0$  given by  $f_n := b_n e_n$ , for every  $n \in \mathbb{N}$ . Next, using this sequence define a subset  $E = E_{\vec{b}}$  of  $c_0$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : 1 = t_1 \geq t_2 \geq t_3 \geq \dots \geq t_n \downarrow 0 \right\}.$$

Then, there exists a fixed point free affine  $\|\cdot\|_{\infty}$ -nonexpansive mapping  $U: E \rightarrow E$ .

In this study, we construct an equivalent norm on  $c_0$  and aim to show the above mentioned sets in the theorem have the fixed point property for affine nonexpansive mappings respect to the norms constructed. That means our renorming allows us to obtain very large class of non-weakly compact closed, bounded and convex subsets of  $c_0$  with FPP for affine nonexpansive mappings. In fact, for our renorming, we see that more is possible. We also study closed convex hull of some  $c_0$ -summing basic sequences given in the first author's Ph.D. thesis [Nezir (2012)] under supervision of Lennard. We should note that for those sets in his Ph.D. thesis, they gave the following results:

Assume  $(\gamma_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is a sequence in  $(0, \infty)$  for which there exists  $\Gamma > 0$  with  $[\Gamma \leq \gamma_N$ , for all  $N \in \mathbb{N}]$  and  $\sigma := \sum_{n=2}^{\infty} |\gamma_n - \gamma_{n-1}| < \infty$ ; and suppose  $(b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is a sequence in  $(0, \infty)$  converging to some  $\lambda \in (0, \infty)$ . Define the sequence by  $\eta_n := \gamma_n(b_1 e_1 + b_2 e_2 + b_3 e_3 + b_4 e_4 + \dots + b_n e_n)$ , for all  $n \in \mathbb{N}$ . Also suppose that  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$  satisfies a lower  $c_0$ -summing estimate. That is, suppose that  $\exists K \in (0, \infty)$  such that  $\forall \alpha = (\alpha_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_{00}$ ,

$$K \sup_{n \geq 1} \left| \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_j \right| \leq \left\| \sum_{j=1}^{\infty} \alpha_j \eta_j \right\|.$$

Then,  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is an  $L$ -scaled asymptotically isometric  $c_0$ -summing basic sequence. Moreover, on the closed convex hull of  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ ,  $E := \overline{\text{co}}(\{\eta_n : n \in \mathbb{N}\})$ , there exists a fixed point free affine  $\|\cdot\|_{\infty}$ -contractive mapping  $U: E \rightarrow E$ .

Then, acknowledging these sets  $E$ 's too, we conclude that for our renorming with the equivalent norm  $\|x\|_{\sim}$  given below on  $c_0$ , the closed convex hull of the sequence  $(\mu_n(b_1 e_1 + b_2 e_2 + b_3 e_3 + b_4 e_4 + \dots + b_n e_n))_{n \in \mathbb{N}}$  has FPP for affine  $\|x\|_{\sim}$ -nonexpansive mappings where  $(\mu_n)_{n \in \mathbb{N}}$  and  $(b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  are any sequence in  $(0, \infty)$ .

For  $x = (\xi_k)_k \in c_0$ , define  $\|x\|_{\sim}$  by

$$\|x\|_{\sim} := \limsup_{p \rightarrow \infty} \sup_{k \in \mathbb{N}} \gamma_k \left( \sum_{j=k}^{\infty} \frac{|\xi_j|^p}{2^j} \right)^{\frac{1}{p}} \quad \text{where } \gamma_k \uparrow_k 1 \text{ and } \gamma_k \text{ is strictly increasing.}$$

Now we provide some preliminaries before giving our main results.

**Definition 1.2** Let  $K$  be a non-empty closed, bounded, convex subset of a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$ . Let  $T: K \rightarrow K$  be a mapping.

1. We say  $T$  is affine if

for all  $\lambda \in [0,1]$ , for all  $x, y \in K$ ,  $T((1 - \lambda)x + \lambda y) = (1 - \lambda)T(x) + \lambda T(y)$ .

2. We say  $T$  is nonexpansive if

$$\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|, \quad \text{for all } x, y \in K.$$

Also, we say that  $K$  has the fixed point property for nonexpansive mappings [FPP(n.e.)] if for all nonexpansive mappings  $T: K \rightarrow K$ , there exists  $z \in K$  with  $T(z) = z$ .

Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach space and  $E \subseteq X$ . We will denote the closed, convex hull of  $E$  by  $\overline{\text{co}}(E)$ . As usual,  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  is given by  $c_0 := \left\{x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} : \text{each } x_n \in \mathbb{R} \text{ and } \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 0\right\}$ .

Further,  $\|x\|_\infty := \sup_{n \in \mathbb{N}} |x_n|$ , for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0$ ; and  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  is defined by

$$\ell^1 := \left\{x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} : \text{each } x_n \in \mathbb{R} \text{ and } \|x\|_1 := \sum_{n=1}^{\infty} |x_n| < \infty\right\}.$$

Let  $n \in \mathbb{N}$ . The scalar sequence  $e_n$  is the well-known canonical basis of  $c_0$ .

One can easily obtain the following partial analogue result to [Goebel and Kuczumow (1979), Lemma 1] by the following lemma.

**Lemma 1.3** Let  $(x_n)_n$  be a bounded sequence in a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$ . Consider a function  $s: X \rightarrow [0, \infty)$  given by

$$s(y) = \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_k - y \right\|, \quad \forall y \in X.$$

Then, if  $X$  has weak Banach-Saks property and  $x \in X$  is the weak limit of the sequence  $(x_n)_n$ , then there exists a subsequence  $(x_{n_k})_k$  whose norm limit is  $x$  such that if  $s$  is redefined via this subsequence, we have  $s(x) = 0$  and  $s(y) = \|y - x\|$ ,  $\forall y \in X$  and for any equivalent norm  $\|\cdot\|$  on  $X$ .

Thus, since  $c_0$  has weak Banach-Saks property [Nuñez (1989)], the above can be applied.

We also need to note that this study was prepared and unpublished long time ago, in 2017. Our construction and renorming allowed us to prove that  $c_0$  can be renormed to have the fixed

point property for affine non-expansive mappings [Nezir and Mustafa (2018)]. In fact, we showed that there exists another equivalent norm  $c_0$  such that with the equivalent norm,  $c_0$  has the fixed point property for affine non-expansive mappings [Nezir et al. (2018)]. Moreover, the first and the third authors have a published work on this subject using a different equivalent norm, Nezir and Sade (2018). Hence, our study has already built a background for the studies mentioned above.

## 2.MAIN RESULT

In this section, we will construct an equivalent norm to the usual norm on  $c_0$  and obtain a large class of non-weakly compact, closed, bounded and convex subsets with FPP for affine nonexpansive mappings.

**Definition 2.1** For  $x = (\xi_k)_k \in c_0$ , define

$$\|x\|_{\sim} := \limsup_{p \rightarrow \infty} \sup_{k \in \mathbb{N}} \gamma_k \left( \sum_{j=k}^{\infty} \frac{|\xi_j|^p}{2^j} \right)^{\frac{1}{p}} \text{ where } \gamma_k \uparrow_k 1, \gamma_k \text{ is strictly increasing.}$$

Note that the proof of the above expression is indeed an equivalent norm on  $c_0$  was given in Nezir (2017).

**Example 2.2** We will be considering the closed convex hull of summing basis. That is, we define the sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $c_0$  by setting  $f_n := e_n$ , for every  $n \geq 1$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $c_0$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : 1 = t_1 \geq t_2 \geq t_3 \geq \dots \geq t_n \downarrow_n 0 \right\}.$$

Let us define the sequence  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $E$  in the following way. Let  $\eta_1 := f_1$  and  $\eta_n := f_1 + \dots + f_n$ , for every  $n \geq 2$ . It is straightforward to check that

$$E = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} a_n \eta_n : \text{each } a_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} a_n = 1 \right\}$$

Then, it is well known that  $E$  is the closed convex hull of  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$  such that right shift mapping is fixed point free affine  $\|\cdot\|_{\infty}$ -nonexpansive mapping.

**Theorem 2.3** The set  $E$  defined as in the example above has the fixed point property for  $\|\cdot\|_{\sim}$ -nonexpansive affine mappings where the equivalent norm  $\|\cdot\|_{\sim}$  on  $c_0$  is given as in Definition 2.1.

*Proof.* Let  $T: E \rightarrow E$  be an affine nonexpansive mapping. Then, there exists a sequence  $(x^{(n)})_{n \in \mathbb{N}} \in E \ni \|Tx^{(n)} - x^{(n)}\|_{\sim} \rightarrow 0$  and so  $\|Tx^{(n)} - x^{(n)}\|_{\infty} \rightarrow 0$ . Without loss of generality, passing to a subsequence if necessary, there exists  $z \in c_0$  such that  $x^{(n)}$  converges

to  $z$  in weak topology. Then, by Lemma 1.3, we can define a function  $s: c_0 \rightarrow [0, \infty)$  by  $s(y) = \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - y \right\|_{\sim}$ ,  $\forall y \in c_0$ . Then,  $s(y) = \|y - z\|_{\sim}$ ,  $\forall y \in c_0$ .

Define

$$W := \bar{E}^w = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} a_n \eta_n : \text{each } a_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} a_n \leq 1 \right\}$$

**Case 1:**  $z \in E$ .

Then, we have  $s(Tz) = \|Tz - z\|_{\sim}$ .

Also, since  $T$  is affine and nonexpansive,

$$\begin{aligned} s(Tz) &\leq \limsup_m \left\| Tz - T \left( \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right) \right\|_{\sim} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m Tx^{(k)} \right\|_{\sim} \\ &\leq s(z). \end{aligned}$$

Therefore,  $\|z - Tz\|_{\sim} \leq 0$  and so  $Tz = z$ .

**Case 2:**  $z \in W \setminus E$ .

Then,  $z$  is of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} \sigma_n \eta_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} \sigma_n < 1$ .

Define  $\delta := 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \sigma_n$  and define  $h_{\lambda} := (\sigma_1 + \lambda\delta)\eta_1 + (\sigma_2 + (1-\lambda)\delta)\eta_2 + \sum_{n=3}^{\infty} \sigma_n \eta_n$ . We want  $h_{\lambda}$  to be in  $E$ , so we restrict values of  $\lambda$  to be in  $\left[-\frac{\sigma_1}{\delta}, \frac{\sigma_2}{\delta} + 1\right]$ , then

$$\begin{aligned} \|h_{\lambda} - z\|_{\sim} &= \lambda\delta e_1 + (1-\lambda)\delta(e_1 + e_2) \\ &= \limsup_{p \rightarrow \infty} \left\{ \gamma_1 \left[ \frac{\delta^p}{2} + \frac{|1-\lambda|^p \delta^p}{4} \right]^{\frac{1}{p}}, \frac{\gamma_2 |1-\lambda|\delta}{4} \right\} \\ &= \max \left\{ \gamma_1 |1-\lambda|\delta, \frac{\gamma_2 |1-\lambda|\delta}{4} \right\}. \end{aligned}$$

Define  $\Gamma := \min_{\lambda \in \left[-\frac{\gamma_1}{\delta}, \frac{\gamma_2}{\delta} + 1\right]} \|h_{\lambda} - z\|_{\sim}$ . Hence,  $\Gamma = 0$  and so there exists unique  $h_{\lambda_0}$  with

$\lambda_0 \in \left[-\frac{\gamma_1}{\delta}, \frac{\gamma_2}{\delta} + 1\right]$  such that  $\|h_{\lambda_0} - z\|_{\sim}$  minimizer of  $\Gamma$ .

Now, define a subset in our set by  $\Lambda := \{y : \|y - z\|_{\sim} \leq \Gamma\}$ . Note that  $\Lambda \subseteq E$  is a nonempty compact convex subset such that for any  $h \in \Lambda$ , since  $T$  is affine and nonexpansive,

$$\begin{aligned} s(Th) &\leq \limsup_m \left\| Th - T \left( \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right) \right\|_{\sim} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m Tx^{(k)} \right\|_{\sim} \\ &\leq s(h). \end{aligned}$$

Also,  $s(Th) = \|z - Th\|_{\sim}$  and  $s(h) = \|z - h\|_{\sim}$ . Hence,  $\|z - Th\|_{\sim} \leq \|z - h\|_{\sim} \Rightarrow \|z - Th\|_{\sim} = \|z - h\|_{\sim} \Rightarrow Th \in \Lambda$ .

Therefore,  $T(\Lambda) \subseteq \Lambda$  and since  $T$  is continuous, Schauder's Fixed Point Theorem [Schauder (1930)] tells us that  $T$  has a fixed point such that  $h = h_{\lambda_0}$  is the unique minimizer of  $\|y - z\|_{\sim} : y \in E$  and  $Th = h$ .

Hence,  $E$  has FPP (n.e.) as desired.

**Theorem 2.4** Fix  $b \in (0,1)$  and define the sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $c_0$  by the following way:  $f_1 := b e_1$ ,  $f_2 := b e_2$ , and  $f_n := e_n$ , for every  $n \geq 3$  where  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is defined to be 1 in its  $n$ th coordinate, and 0 in all other coordinates such that for both  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  and  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$ , the sequence  $(e_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is an unconditional basis. Let  $\eta_1 := f_1$  and  $\eta_n := f_1 + \dots + f_n$ , for every  $n \geq 2$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $c_0$  by

$$E = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} a_n \eta_n : \text{each } a_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} a_n = 1 \right\}$$

Note that  $E$  is the closed convex hull the sequence  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ . Then, the set  $E$  has the fixed point property for  $\|\cdot\|_\sim$ -nonexpansive affine mappings where the equivalent norm  $\|\cdot\|_\sim$  on  $c_0$  is given as in Definition 2.1.

Proof. We will use exactly the same method as the proof of Theorem 2.3 but just consider the following statements for the case 2 in the proof of Theorem 2.3.

$$\begin{aligned} \|h_\lambda - z\|_\sim &= \lambda \delta \eta_1 + (1 - \lambda) \delta \eta_2 = \lambda \delta b e_1 + (1 - \lambda) \delta (b e_1 + b e_2) \\ &= b \limsup_{p \rightarrow \infty} \left\{ \gamma_1 \left[ \frac{\delta^p}{2} + \frac{|1 - \lambda|^p \delta^p}{4} \right]^{\frac{1}{p}}, \frac{\gamma_2 |1 - \lambda| \delta}{4} \right\} \\ &= b \max \left\{ \gamma_1 |1 - \lambda| \delta, \frac{\gamma_2 |1 - \lambda| \delta}{4} \right\}. \end{aligned}$$

Define  $\Gamma := \min_{\lambda \in \left[-\frac{\gamma_1}{\delta}, \frac{\gamma_2}{\delta} + 1\right]} \|h_\lambda - z\|_\sim$ . Hence,  $\Gamma = 0$ .

Now, we generalize our result more and give the following theorems.

**Theorem 2.5** Assume  $\bar{b} = (b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is any increasing sequence in  $(0,1]$  with  $b_n \uparrow 1$ . Define the sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $c_0$  by the following way:  $f_n := b_n e_n$ , for every  $n \in \mathbb{N}$ . Let  $\eta_1 := f_1$  and  $\eta_n := f_1 + \dots + f_n$ , for every  $n \geq 2$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $c_0$  by

$$E = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} a_n \eta_n : \text{each } a_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} a_n = 1 \right\}$$

Note that  $E$  is the closed convex hull the sequence  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ . Then, the set  $E$  has the fixed point property for  $\|\cdot\|_\sim$ -nonexpansive affine mappings where the equivalent norm  $\|\cdot\|_\sim$  on  $c_0$  is given as in Definition 2.1.

Proof. We will use exactly same method as the proof of Theorem 2.3 but just consider the following statements for the case 2 in the proof of Theorem 2.3.

$$\begin{aligned} \|h_\lambda - z\|_\sim &= \lambda \delta \eta_1 + (1 - \lambda) \delta \eta_2 = \lambda \delta b_1 e_1 + (1 - \lambda) \delta (b_1 e_1 + b_2 e_2) \\ &= \limsup_{p \rightarrow \infty} \left\{ \gamma_1 \left[ \frac{b_1^p \delta^p}{2} + \frac{b_2^p |1 - \lambda|^p \delta^p}{4} \right]^{\frac{1}{p}}, \frac{\gamma_2 b_2 |1 - \lambda| \delta}{4} \right\} \end{aligned}$$

$$= b_2 \limsup_{p \rightarrow \infty} \left\{ \gamma_1 \left[ \left( \frac{b_1}{b_2} \right)^p \frac{\delta^p}{2} + \frac{|1-\lambda|^p \delta^p}{4} \right]^{\frac{1}{p}}, \frac{\gamma_2 |1-\lambda| \delta}{4} \right\}$$

$$\leq b_2 \max \left\{ \gamma_1 |1-\lambda| \delta, \frac{\gamma_2 |1-\lambda| \delta}{4} \right\}.$$

Define  $\Gamma := \min_{\lambda \in [-\frac{\gamma_1}{\delta}, \frac{\gamma_2}{\delta} + 1]} \|h_\lambda - z\|_{\sim}$ .

Hence,  $\Gamma = 0$  since  $\Gamma \leq \min_{\lambda \in [-\frac{\gamma_1}{\delta}, \frac{\gamma_2}{\delta} + 1]} b_2 \max \left\{ \gamma_1 |1-\lambda| \delta, \frac{\gamma_2 |1-\lambda| \delta}{4} \right\} = 0$ .

**Theorem 2.6** Assume  $b = (b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is any sequence in  $(0, \infty)$  converging to some  $\kappa > 0$ . Define the sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $c_0$  by the following way:  $f_n := b_n e_n$ , for every  $n \in \mathbb{N}$ . Let  $\eta_1 := f_1$  and  $\eta_n := f_1 + \dots + f_n$ , for every  $n \geq 2$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $c_0$  by

$$E = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} a_n \eta_n : \text{each } a_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} a_n = 1 \right\}$$

Note that  $E$  is the closed convex hull the sequence  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ . Then, the set  $E$  has the fixed point property for  $\|\cdot\|_{\sim}$ -nonexpansive affine mappings where the equivalent norm  $\|\cdot\|_{\sim}$  on  $c_0$  is given as in Definition 2.1.

Proof. We will use exactly same method as the proof of Theorem 2.3 but just consider the following statements for the case 2 in the proof of Theorem 2.3.

$$\|h_\lambda - z\|_{\sim} = \lambda \delta \eta_1 + (1-\lambda) \delta \eta_2 = \lambda \delta b_1 e_1 + (1-\lambda) \delta (b_1 e_1 + b_2 e_2)$$

$$= \limsup_{p \rightarrow \infty} \left\{ \gamma_1 \left[ \frac{b_1^p \delta^p}{2} + \frac{b_2^p |1-\lambda|^p \delta^p}{4} \right]^{\frac{1}{p}}, \frac{\gamma_2 b_2 |1-\lambda| \delta}{4} \right\}$$

$$= \max\{b_1, b_2\} \limsup_{p \rightarrow \infty} \left\{ \gamma_1 \left[ \left( \frac{b_1}{\max\{b_1, b_2\}} \right)^p \frac{\delta^p}{2} + \left( \frac{b_2}{\max\{b_1, b_2\}} \right)^p \frac{|1-\lambda|^p \delta^p}{4} \right]^{\frac{1}{p}}, \frac{b_2 \gamma_2 |1-\lambda| \delta}{4 \max\{b_1, b_2\}} \right\}$$

$$\leq \max\{b_1, b_2\} \max \left\{ \gamma_1 |1-\lambda| \delta, \frac{\gamma_2 |1-\lambda| \delta}{4} \right\}.$$

Define  $\Gamma := \min_{\lambda \in [-\frac{\gamma_1}{\delta}, \frac{\gamma_2}{\delta} + 1]} \|h_\lambda - z\|_{\sim}$ .

Hence  $\Gamma = 0$  since

$$\Gamma \leq \min_{\lambda \in [-\frac{\gamma_1}{\delta}, \frac{\gamma_2}{\delta} + 1]} \max\{b_1, b_2\} \max \left\{ \gamma_1 |1-\lambda| \delta, \frac{\gamma_2 |1-\lambda| \delta}{4} \right\} = 0.$$

Then, the following corollaries are immediate by the proof of Theorem 2.6.



**Corollary 2.7** Assume  $b = (b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is any bounded sequence in  $(0, \infty)$ . Define the sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $c_0$  by the following way:  $f_n := b_n e_n$ , for every  $n \in \mathbb{N}$ . Let  $\eta_1 := f_1$  and  $\eta_n := f_1 + \dots + f_n$ , for every  $n \geq 2$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $c_0$  by

$$E = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} a_n \eta_n : \text{each } a_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} a_n = 1 \right\}$$

Note that  $E$  is the closed convex hull the sequence  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ . Then, the set  $E$  has the fixed point property for  $\|\cdot\|_{\sim}$ -nonexpansive affine mappings where the equivalent norm  $\|\cdot\|_{\sim}$  on  $c_0$  is given as in Definition 2.1.

Then, we give our most generalized results by the following theorem and further corollaries whose proofs are straightforward via the proof of Theorem 2.6.

**Theorem 2.8** Let  $b = (b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  be any sequence in  $(0, \infty)$ . We define the sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $c_0$  by setting  $f_n := b_n e_n$ , for all  $n \in \mathbb{N}$ . Let  $\eta_1 := f_1$  and  $\eta_n := f_1 + \dots + f_n$ , for every  $n \geq 2$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $c_0$  by

$$E = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} a_n \eta_n : \text{each } a_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} a_n = 1 \right\}$$

Note that  $E$  is the closed convex hull the sequence  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ . Then, the set  $E$  has the fixed point property for  $\|\cdot\|_{\sim}$ -nonexpansive affine mappings where the equivalent norm  $\|\cdot\|_{\sim}$  on  $c_0$  is given as in Definition 2.1.

**Corollary 2.9** Assume  $(\mu_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is a sequence in  $(0, \infty)$  for which there exists  $\Gamma > 0$  with  $[\Gamma \leq \mu_N, \text{ for every } N \in \mathbb{N}]$  and  $\sigma := \sum_{n=2}^{\infty} |\mu_n - \mu_{n-1}| < \infty$ ; and assume  $(b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is a sequence in  $(0, \infty)$  converging to some  $\lambda \in (0, \infty)$ . Define the sequence  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$  by setting  $\eta_n := \mu_n(b_1 e_1 + b_2 e_2 + b_3 e_3 + b_4 e_4 + \dots + b_n e_n)$ , for all  $n \in \mathbb{N}$ . Also suppose that  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$  satisfies a lower  $c_0$ -summing estimate. That is, suppose  $\exists K \in (0, \infty)$  such that

$$\forall \alpha = (\alpha_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_{00}, K \sup_{n \geq 1} \left\| \sum_{j=n}^{\infty} \alpha_j \right\| \leq \left\| \sum_{j=1}^{\infty} \alpha_j \eta_j \right\|. \text{ Consider the closed convex hull of } (\eta_n)_{n \in \mathbb{N}},$$

$E := \overline{\text{co}}(\{\eta_n : n \in \mathbb{N}\})$ . Then, the set  $E$  has the fixed point property for  $\|\cdot\|_{\sim}$ -nonexpansive affine mappings where the equivalent norm  $\|\cdot\|_{\sim}$  on  $c_0$  is given as in Definition 2.1.

**Corollary 2.10** Let  $(\mu_n)_{n \in \mathbb{N}}$  be a sequence in  $(0, \infty)$  and let  $(b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  be any sequence in  $(0, \infty)$ . Define the sequence  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$  by setting  $\eta_n := \mu_n(b_1 e_1 + b_2 e_2 + b_3 e_3 + b_4 e_4 + \dots + b_n e_n)$ , for all  $n \in \mathbb{N}$ . Let  $E$  be the closed convex hull of  $(\eta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ ,  $E := \overline{\text{co}}(\{\eta_n : n \in \mathbb{N}\})$ . Then, the set  $E$  has the fixed point property for  $\|\cdot\|_{\sim}$ -nonexpansive affine mappings where the equivalent norm  $\|\cdot\|_{\sim}$  on  $c_0$  is given as in Definition 2.1.

### 3.CONCLUSION AND DISCUSSION

In our paper, we construct an equivalent norm to the usual norm on  $c_0$  and obtain a large class of non-weakly compact, closed, bounded and convex subsets with FPP for affine nonexpansive mappings. We believe that the results given in the paper are of some interests for specialists since this work introduces an equivalent norm on  $c_0$  with important properties that may generate stages and ideas of the study directed towards the problem,  $c_0$ -analogue of Lin's theorem about  $\ell^1$ , if  $c_0$  can be renormed to have the fixed point property for nonexpansive mappings.

### REFERENCES

- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 1998. Asymptotically isometric copies of  $c_0$  in Banach spaces. *J. Math. Anal. Appl.*, 219, 377–391.
- Dowling, P. N., Lennard, C. J. and Turett, B. 2004. Weak compactness is equivalent to the fixed point property in  $c_0$ . *Proceedings of the American Mathematical Society*, 1659-1666.
- Everest, T. 2013. Fixed points of nonexpansive maps on closed, bounded, convex sets in  $\ell^1$ . Ph.D. Thesis, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA.
- Goebel, K. and Kuczumow, T. 1979. Irregular convex sets with fixed-point property for nonexpansive mappings. In *Colloquium Mathematicum*, 2(40), 259-264.
- Lin, P. K. 2008. There is an equivalent norm on  $\ell^1$  that has the fixed point property. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications*, 68(8), 2303-2308.
- Lennard, C. and Nezir, V. 2011. The closed, convex hull of every  $c_0$ -summing basic sequence fails the fpp for affine nonexpansive mappings. *J. Math. Anal. Appl.*, 381, 678–688.
- Nezir, V. 2012. Fixed point properties for  $c_0$ -like spaces, Dissertation, University of Pittsburgh.
- Nezir, V. 2017. A new look to the usual norm of  $c_0$  and candidates to renormings of  $c_0$  with fixed point property, *Kafkas Universitesi Fen Bilimleri Enstitusu dergisi*, 10(2), 85-102.
- Nezir, V. and Mustafa, N. 2018.  $c_0$  can be renormed to have the fixed point property for affine nonexpansive mappings. *Filomat*, 32(16), 5645-5663.
- Nezir, V., Mustafa, N. Dutta, H. 2018. Renorming  $c_0$  and fixed point property, in: *Advanced Topics in Mathematical Analysis*. eds. Ruzhansky, M. and Dutta, H., CRC Press.
- Nezir, V. and Sade, S. 2018. Abundance of equivalent norms on  $c_0$  with fixed point property for affine nonexpansive mappings. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A*, 1(67), 1-28.
- Nuñez, C. 1989. Characterization of Banach spaces of continuous vector valued functions with the weak Banach-Saks property. *Illinois Journal of Mathematics*, 33, 27–41.
- Schauder, J. 1930. Der Fixpunktsatz in Funktionalraumen. *Studia. Math.*, 2, 171-180.

**SET-BASED APPROACH TO AFFINE FIXED POINT PROPERTY FOR LORENTZ-MARCINKIEWICZ SPACE  $\ell_{\delta,1}$**

**Asst. Prof. Dr. Veysel NEZİR, Prof. Dr. Nizami MUSTAFA,  
Sıddık SADE**

Kafkas University,

**ABSTRACT**

In 1979, Goebel and Kuczumow showed that a large class of closed, bounded, convex (c.b.c.), non-weak\*-compact subsets of  $l^1$  has the fixed point property (FPP) for nonexpansive mappings. Lorentz-Marcinkiewicz space  $\ell_{\delta,1}$  is an  $\ell^1$ -analog Banach space sharing some common properties. We wonder  $\ell_{\delta,1}$ -analogue of Goebel and Kuczumow's theorem? That is, we study to answer the question if there exists a non-weakly compact\*, c.b.c. subset  $C$  of  $\ell_{\delta,1}$ , for which  $C$  has FPP for nonexpansive mappings? We see that we can give positive answer for this question under affinity condition. So in this study, we show that we can find a large class of non-weakly compact c.b.c. subsets of  $\ell_{\delta,1}$  that have FPP for affine nonexpansive mappings.

**Keywords:** fixed point property, closed bounded convex subset, renorming, Lorentz-Marcinkiewicz space, nonexpansive mappings.

**ÖZET**

1979'da Goebel ve Kuczumow göstermiştir ki  $\ell^1$ 'de zayıf kompakt\* olmayan, kapalı, sınırlı ve konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahiptir. Lorentz-Marcinkiewicz uzayı  $\ell_{\delta,1}$  bir  $\ell^1$ -analog Banach uzayı olup bazı ortak özellikleri paylaşmaktadır. Goebel ve Kuczumow teoreminin  $\ell_{\delta,1}$ -analoğunu incelemek istiyoruz. Yani,  $\ell_{\delta,1}$ 'de zayıf\* kompakt olmayan, kapalı, sınırlı ve konveks  $C$  kümelerinden oluşan geniş bir sınıf var mıdır ki bu  $C$  kümeleri genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahip olsun. Bu soruya pozitif cevabı afinlik koşulu altında verebileceğimizi çalışmamızda görmekteyiz. Yani, bu çalışmamızda göstermekteyiz ki  $\ell_{\delta,1}$ 'de zayıf\* kompakt olmayan, kapalı, sınırlı ve konveks kümelerden oluşan çok geniş bir sınıf afin genişlemeyen fonksiyonlar için sabit nokta teorisine sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** sabit nokta teorisi, kapalı sınırlı konveks, yeniden normlama, Lorentz-Marcinkiewicz uzayı, genişlemeyen fonksiyon.

**1.INTRODUCTION AND PRELIMINARIES**

We begin by giving a brief introduction to metric fixed point theory.

It can be said that researches on fixed point theory started in 1912 by L.E.J. Brouwer's [Brouwer (1912)] result: for  $n \in \mathbb{N}$ , for  $C$  equal to the closed unit ball of  $\mathbb{R}^n$ , every norm-to-norm continuous map  $f: C \rightarrow C$  has a fixed point. His result was later extended to every compact convex subset of  $\mathbb{R}^n$  and Schauder (1930) extended to the same result to every

Banach space. It was seen that the class of continuous maps was very large and fixed point theory was worked on smaller class of mappings. In 1922, the well known principle was introduced by Banach and he demonstrated so called Banach Contraction theorem [Banach (1922)]: If  $(X, d)$  is a complete metric space, and  $f: X \rightarrow X$  is a strict contraction, then  $f$  has a unique fixed point in  $X$ . Then, easily the following corollary was obtain in terms of Banach spaces: for a nonempty, closed, bounded, and convex subset  $C$  of a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$ , if  $T: C \rightarrow C$  is a strict contraction for the metric  $d = d_{\|\cdot\|}$  generated by the norm, then  $T$  has a fixed point.

Then, 1965 was very efficient year for the fixed point theory. Indeed, firstly, Browder (1965) gave a more balanced theorem:

[ $\cdot$ ] [ For every closed, bounded, convex (non-empty) subset  $E$  of a Hilbert space  $(X, \langle \cdot, \cdot \rangle)$  with associated norm  $\|\cdot\|$ , every nonexpansive mappings  $U: E \rightarrow E$ ,  $U$  has a fixed point in  $E$  [Here,  $U$  is nonexpansive means that  $\|Ux - Uy\| \leq \|x - y\|$ , for all  $x, y \in E$  ]. Later Browder (1965) and Göhde (1965) each (independently) generalized the previous theorem [ $\cdot$ ] to all uniformly convex Banach spaces  $(X, \|\cdot\|)$ ; for example,  $X = L^p$ ,  $1 < p < \infty$ , with its usual norm  $\|\cdot\|_p$ .

Soon after Kirk (1965) generalized theorem [ $\cdot$ ] of Browder to all reflexive Banach spaces  $X$  with so-called "normal structure": those spaces such that all non-singleton closed, bounded, and convex sets have a greater diameter than radius. This is a very large class of spaces. Spaces  $(X, \|\cdot\|)$  with the property of Browder [ $\cdot$ ] became known as spaces with "the fixed point property for nonexpansive mappings". We often abbreviate this and write FPP (n.e.). We also note that the sequence spaces  $(c_0, \|\cdot\|_\infty)$  and  $(l^1, \|\cdot\|_1)$  are both nonreflexive and do not have the FPP (n.e.).

Returning to Kirk's theorem, we may ask if further generalizations are possible. Even after 51 years, for a long time, it was unclear whether or not all Banach spaces with the property FPP (n.e.) were reflexive. This and related questions have been and still are central themes in metric fixed point theory.

Due to the researches on fixed point theory in  $(c_0, \|\cdot\|)_\infty$  and theorems about  $c_0$ , we are interested to understand more about Banach spaces  $(X, \|\cdot\|)$  that contain subspaces isomorphic to  $c_0$ . Equivalently, we are interested in Banach spaces that contain " $c_0$ -summing basic sequences". A sequence  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  is a  $c_0$ -summing basic sequence if there exist constants  $0 < A \leq B < \infty$  such that for all  $t \in c_{00}$ ,

$$A \sup_{n \in \mathbb{N}} \left| \sum_{k=n}^{\infty} t_k \right| \leq \left\| \sum_{n=1}^{\infty} t_n x_n \right\| \leq B \sup_{n \in \mathbb{N}} \left| \sum_{k=n}^{\infty} t_k \right| .$$

Reflexive Banach spaces  $(X, \|\cdot\|)$  (for example,  $L^p$ ,  $1 < p < \infty$ , and Hilbert spaces) do not contain  $c_0$ -summing basic sequences. On the other hand, many non-reflexive Banach spaces do. Lorentz-Marcinkiewicz spaces  $l_{w,\infty}^0$  discussed in this paper are of this type.

There have been researches about the relation of fixed point property with reflexivity. Researchers wondered if any nonreflexive Banach space could have the fixed point property for nonexpansive mappings. But Lin (2008) gave the first example of a non-reflexive Banach space  $(X, \|\cdot\|)$  with the fixed point property for nonexpansive mappings and showed this fact for  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  with the equivalent norm  $\|\cdot\|^*$  given by

$$\|x\|^* = \sup_{k \in \mathbb{N}} \frac{8^k}{1 + 8^k} \sum_{n=k}^{\infty} |x_n|, \quad \text{for all } x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in \ell^1.$$

It is a fact that Lin inspired by Goebel and Kuczumow's study. Goebel and Kuczumow (1979) constructed very irregular closed, bounded, convex, non-weak\*-compact subsets  $K$  of  $l^1$ , and proved that such  $K$  have FPP(n.e.). Then, in Everest's Ph.D. thesis [Everest (2013)], under supervision of Lennard, Everest found new and larger class of sets that have the fixed point property for nonexpansive mappings in  $\ell^1$  by using Goebel and Kuczumow ideas.

As an analogue of  $\ell^1$  space, one can consider analogue studies for Lorentz-Marcinkiewicz space. Hence, in this study, we consider  $\ell^1$ -analog Banach space Lorentz-Marcinkiewicz space  $\ell_{\delta,1}$ . We wonder  $\ell_{\delta,1}$ -analogue of Goebel and Kuczumow's theorem? That is, we study to answer the question if there exists a non-weakly compact\*, c.b.c. subset  $C$  of  $\ell_{\delta,1}$ , for which  $C$  has FPP for nonexpansive mappings? We see that we can give positive answer for this question under affinity condition. So in this study, we show that we can find a large class of non-weakly compact c.b.c. subsets of  $\ell_{\delta,1}$  that have FPP for affine nonexpansive mappings.

Our results are very related with the first author's work in the joint paper with Lennard that we can recall as below:

Lennard and Nezir (2011) showed that the closed convex hull of any asymptotically isometric (ai)  $c_0$ -summing basic sequence  $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in a Banach space,  $E = \overline{\text{co}}(\{x_n : n \in \mathbb{N}\})$ , fails the fixed point property for affine nonexpansive mappings.

To obtain their main result, first, they worked on some specific ai  $c_0$ -summing basic sequences in  $c_0$  and proved the following theorem.

**Theorem 1.1** Assume  $\bar{b} = (b_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is any bounded sequence in  $(0, \infty)$ . Define the sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  in  $c_0$  given by  $f_n := b_n e_n$ , for every  $n \in \mathbb{N}$ . Next, using this sequence define a subset  $E = E_{\bar{b}}$  of  $c_0$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : 1 = t_1 \geq t_2 \geq t_3 \geq \dots \geq t_n \downarrow 0 \right\}.$$

Then, there exists a fixed point free affine  $\|\cdot\|_{\infty}$ -nonexpansive mapping  $U: E \rightarrow E$ .

In this paper, we work on the sets derived from their theorem.

Now we provide some preliminaries before giving our main results.

**Definition 1.2** Let  $K$  be a non-empty closed, bounded, convex subset of a Banach space  $(X, \|\cdot\|)$ . Let  $T: K \rightarrow K$  be a mapping.

1. We say  $T$  is affine if

for all  $\lambda \in [0,1]$ , for all  $x, y \in K$ ,  $T((1 - \lambda)x + \lambda y) = (1 - \lambda)T(x) + \lambda T(y)$ .

2. We say  $T$  is nonexpansive if

$$\|T(x) - T(y)\| \leq \|x - y\|, \quad \text{for all } x, y \in K.$$

Also, we say that  $K$  has the fixed point property for nonexpansive mappings [FPP(n.e.)] if for all nonexpansive mappings  $T: K \rightarrow K$ , there exists  $z \in K$  with  $T(z) = z$ .

Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach space and  $E \subseteq X$ . We will denote the closed, convex hull of  $E$  by  $\overline{co}(E)$ . As usual,  $(c_0, \|\cdot\|_{\infty})$  is given by  $c_0 := \left\{ x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} : \text{each } x_n \in \mathbb{R} \text{ and } \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = 0 \right\}$ .

Further,  $\|x\|_{\infty} := \sup_{n \in \mathbb{N}} |x_n|$ , for all  $x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0$ ; and  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  is defined by

$$\ell^1 := \left\{ x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} : \text{each } x_n \in \mathbb{R} \text{ and } \|x\|_1 := \sum_{n=1}^{\infty} |x_n| < \infty \right\}.$$

Let  $n \in \mathbb{N}$ . The scalar sequence  $e_n$  is the well-known canonical basis of  $c_0$ .

Definition of Lorentz sequence spaces are known as follows:

Fix the so-called weight sequence  $\delta \in (c_0 \setminus \{l^1\})^+$ ,  $\delta_1 = 1$ , such that  $(\delta_n)_{n \in \mathbb{N}}$  is decreasing; i.e.,  $\delta = (\delta_n)_{n \in \mathbb{N}}$ ,  $w_n > 0, \forall n \in \mathbb{N}$  such that  $1 = \delta_1 \geq \delta_2 \geq \delta_3 \geq \dots \geq \delta_n \geq \delta_{n+1} \geq \dots, \forall n \in \mathbb{N}$  with  $\delta_n \rightarrow 0$  as  $n \rightarrow \infty$  and  $\sum_{n=1}^{\infty} \delta_n = \infty$ . E.g.,  $\delta_n = \frac{1}{n}, \forall n \in \mathbb{N}$ .

First of all, for each definition, we will denote the sequence  $x^* := (x_n^*)_{n \in \mathbb{N}}$  by decreasing rearrangement of the sequence  $x = (x_j)_{j \in \mathbb{N}}$ ; that is, the sequence whose terms contain all non-zero terms of  $|x| = (|x_j|)_{j \in \mathbb{N}}$ , arranged in non-increasing order, followed by infinitely many zeros when  $|x|$  has only finitely many non-zero terms.

**Definition 1.3**  $\ell_{\delta,\infty}$  space is defined as below.

$$\ell_{\delta,\infty} := \left\{ x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0 \left| \|x\|_{w,\infty} := \sup_{n \in \mathbb{N}} \frac{\sum_{j=1}^n x_j^*}{\sum_{j=1}^n \delta_j} < \infty \right. \right\}.$$

This is an analogue of  $\ell_\infty$  space. Indeed  $(\ell_{\delta,\infty}, \|\cdot\|_{\rho,\infty})$  is a non-separable Banach space.

**Definition 1.4**  $\ell_{\delta,\infty}^0$  space is defined as below.

$$\ell_{\delta,\infty}^0 := \left\{ x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0 \left| \limsup_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^n x_j^*}{\sum_{j=1}^n \delta_j} = 0 \right. \right\}.$$

This is an analogue of  $c_0$  space. It is a fact that  $(\ell_{\delta,\infty}^0, \|\cdot\|_{\delta,\infty})$  is a separable subspace of  $\ell_{\delta,\infty}$ .

**Definition 1.5**  $\ell_{\delta,1}$  space is defined as below.

$$\ell_{\delta,1} := \left\{ x = (x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in c_0 \left| \|x\|_{\delta,1} := \sum_{j=1}^n \delta_j x_j^* < \infty \right. \right\}.$$

This is an analogue of  $\ell_1$  space.  $(\ell_{\delta,1}, \|\cdot\|_{\delta,1})$  is a separable Banach space.

A standard reference for Lorentz spaces is Lindenstrauss and Tzafriri (1977).

The following lemma given by Goebel and Kuczumow (1979) will impress us.

**Lemma 1.6** If  $\{x_n\}$  is a sequence in  $\ell^1$  converging to  $x$  in weak\* topology, then for any  $y \in \ell^1$ ,

$$r(y) = r(x) + \|y - x\|_1 \quad \text{where } r(y) = \limsup_n \|x_n - y\|_1.$$

The following lemma will be a key for our results such that its proof is straightforward.

**Lemma 1.7** Let  $(X, \|\cdot\|)$  be a Banach space.

1. If  $X$  has Banach-Saks property and  $x \in X$  is the weak limit of a bounded sequence  $(x_n)_n$ , then there exists a subsequence  $(x_{n_k})_k$  whose Cesaro norm limit is  $x$  such that if  $s$  is defined by  $s(y) = \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{n_k} - y \right\|$ ,  $\forall y \in X$ , then we have  $s(x) = 0$  and  $s(y) = \|y - x\|$ ,  $\forall y \in X$ .

2. If  $X$  has weak Banach-Saks property and  $x \in X$  is the weak limit of the sequence  $(x_n)_n$ , then there exists a subsequence  $(x_{n_k})_k$  whose Cesaro norm limit is  $x$  such that if  $s$  is defined by  $s(y) = \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{n_k} - y \right\|$ ,  $\forall y \in X$ , then we have  $s(x) = 0$  and  $s(y) = \|y - x\|$ ,  $\forall y \in X$ .

Hence, due to Banach Saks property of our space (see for example [Astashkin and Sukochev

(2007), Rakov (1979) and Rakov (1982)], the above applies.

## 2.MAIN RESULT

In this section, for any weight sequence  $\delta$ , we will show that there exists a large class of non-weak\* compact, closed, bounded and convex subsets of  $\ell_{\delta,1}$  with fpp for affine nonexpansive mappings using the ideas of Goebel and Kuczumow [15] where they show that there exists a large class of non-weak\* compact, closed, bounded and convex subsets of  $(\ell^1, \|\cdot\|_1)$  with fpp(ne).

We will consider the following class of sets.

**Example 2.1** Let  $\delta$  be arbitrary weight sequence whose first term is 1, and decreasing to 0 while it cannot be summable as in the definition of Lorentz-Marcinkiewicz spaces. Fix  $b \in (0,1)$ . Define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  by setting  $f_1 := b \frac{1}{\delta_1} e_1$  and  $f_n := \frac{1}{\delta_n} e_n$ , for all integers  $n \geq 2$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $\ell_{\delta,1}$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \forall n \in \mathbb{N}, \quad t_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Theorem 2.2** Let  $\delta$  be arbitrary weight sequence whose first term is 1, and decreasing to 0 while it cannot be summable as in the definition of Lorentz-Marcinkiewicz spaces. Then, the set  $E$  in  $\ell_{\delta,1}$  defined as in the example above has the fixed point property for affine  $\|\cdot\|_{\delta,1}$ -nonexpansive mappings .

Proof. We will be using the proof steps of Goebel and Kuczumow given in detailed as in Everest's Ph.D. thesis [Everest (2013)], written under supervision of Lennard. Let  $T: E \rightarrow E$  be a nonexpansive mapping. Then, there exists a sequence  $(x^{(n)})_{n \in \mathbb{N}} \in E$  such that  $\|Tx^{(n)} - x^{(n)}\|_{\delta,1} \xrightarrow{n} 0$ .

Without loss of generality, passing to a subsequence if necessary, there exists  $z \in \ell^1$  such that  $x^{(n)}$  converges to  $z$  in weak\* topology. Then, by Lemma 7.2, we can define a function  $s: \ell^1 \rightarrow [0, \infty)$  by

$$s(y) = \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - y \right\|_{\delta,1}, \quad \forall y \in \ell^1; \text{ then, } s(y) = \|y - z\|_{\delta,1}, \quad \forall y \in \ell^1.$$

Next, define

$$W := \overline{E}^{w^*} = \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \text{each } t_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n \leq 1 \right\}$$



**Case1:**  $z \in E$ .

Then, we have  $s(Tz) = \|Tz - z\|_{\rho,1}$ .

Also,

$$\begin{aligned} s(Tz) &= \limsup_m \left\| Tz - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\ &\leq \limsup_m \left\| Tz - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\rho,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\delta,1}. \end{aligned}$$

Then, since  $T$  is affine,

$$\begin{aligned} s(Tz) &\leq \limsup_m \left\| Tz - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\delta,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m Tx^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\ &\leq \limsup_m \left\| z - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\ &= s(z). \end{aligned}$$

Therefore,  $\|z - Tz\|_{\rho,1} \leq 0$  and so  $Tz = z$ .

**Case 2:**  $z \in W \setminus E$ .

Then,  $z$  is of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n < 1$  and  $\forall n \in \mathbb{N}, \gamma_n \geq 0$ .

Define  $\rho := 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n$  and next define

$$h := (\gamma_1 + \rho)f_1 + \sum_{n=2}^{\infty} \gamma_n f_n.$$

Then,

$$\|h - z\|_{\delta,1} = \|\rho f_1\|_{\delta,1} = b\rho$$

Now fix  $y \in E$  of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1$  with  $t_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$ .

Then,

$$\begin{aligned} \|y - z\|_{\delta,1} &= \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right\|_{\delta,1} \\ &= \left\| (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} e_1 + (t_2 - \gamma_2) \frac{1}{\delta_2} e_2 + (t_3 - \gamma_3) \frac{1}{\delta_3} e_3 + (t_4 - \gamma_4) \frac{1}{\delta_4} e_4 + \dots \right\|_{\delta,1} \\ &= \left( (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} \right)^* + \left( (t_2 - \gamma_2) \frac{1}{\delta_2} \right)^* \delta_2 + \left( (t_3 - \gamma_3) \frac{1}{\delta_3} \right)^* \delta_3 + \left( (t_4 - \gamma_4) \frac{1}{\delta_4} \right)^* \delta_4 + \dots \\ &\geq \left| (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} \right| \delta_1 + \left| (t_2 - \gamma_2) \frac{1}{\delta_2} \right| \delta_2 + \left| (t_3 - \gamma_3) \frac{1}{\delta_3} \right| \delta_3 + \left| (t_4 - \gamma_4) \frac{1}{\delta_4} \right| \delta_4 + \dots \\ &= |t_1 - \gamma_1|b + |t_2 - \gamma_2|b + |t_3 - \gamma_3| + |t_4 - \gamma_4| + |t_5 - \gamma_5| + \dots \\ &\geq b \sum_{k=1}^{\infty} |t_k - \gamma_k| + (1 - b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\geq b \left| \sum_{k=1}^{\infty} (t_k - \gamma_k) \right| + (1-b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \\ &= b\rho + (1-b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \\ &\geq b\rho . \end{aligned}$$

For any  $y \in E$  and for  $z \in W \setminus E$ ,  $\|y - z\|_{\delta,1} \geq b\rho$ . Now, define a subset in our set by

$$\Lambda := \{y : \|y - z\|_{\delta,1} \leq b\rho\}.$$

Note that  $\Lambda \subseteq E$  is a nonempty compact convex subset such that for any  $h \in \Lambda$ ,

$$\begin{aligned} s(Th) &= \limsup_m \left\| Th - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\ &\leq \limsup_m \left\| Th - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\rho,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\delta,1} \end{aligned}$$

But since  $T$  is affine

$$\begin{aligned} s(Th) &\leq \limsup_m \left\| Th - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\delta,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m Tx^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\ &\leq \limsup_m \left\| h - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\ &= s(h). \end{aligned}$$

Also,  $s(Th) = \|z - Th\|_{\delta,1}$  and  $s(h) = \|z - h\|_{\delta,1}$ . Hence,

$$\begin{aligned} \|z - Th\|_{\delta,1} &\leq \|z - h\|_{\delta,1} \Rightarrow \|z - Th\|_{\delta,1} = \|z - h\|_{\delta,1} \\ &\Rightarrow Th \in \Lambda. \end{aligned}$$

Therefore,  $T(\Lambda) \subseteq \Lambda$  and since  $T$  is continuous, Schauder's Fixed Point Theorem [Schauder (1930)] tells us that  $T$  has a fixed point such that  $h$  is the unique minimizer of  $\|y - z\|_{\delta,1} : y \in E$  and  $Th = h$ .

Therefore,  $E$  has fpp(ne) as desired.

**Example 2.3** Let  $\delta$  be arbitrary weight sequence whose first term is 1, and decreasing to 0 while it cannot be summable as in the definition of Lorentz-Marcinkiewicz spaces. Fix  $b \in (0,1)$ . Define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  by setting  $f_1 := b \frac{1}{\delta_1} e_1$ ,  $f_2 := b \frac{1}{\delta_2} e_2$  and  $f_n := \frac{1}{\delta_n} e_n$ , for all integers  $n \geq 3$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $\ell_{\delta,1}$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \forall n \in \mathbb{N}, \quad t_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Theorem 2.4** Let  $\delta$  be arbitrary weight sequence whose first term is 1, and decreasing to 0 while it cannot be summable as in the definition of Lorentz-Marcinkiewicz spaces. Then, the set  $E$  in  $\ell_{\delta,1}$  defined as in the example above has the fixed point property for affine  $\|\cdot\|_{\delta,1}$ -nonexpansive mappings .

Proof. We will use exactly same method as the proof of Theorem 2.2 but just consider the following statements for the case 2 in the proof of Theorem 2.2.

**Case 2:**  $z \in W \setminus E$ .

Then,  $z$  is of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n < 1$  and  $\forall n \in \mathbb{N}, \gamma_n \geq 0$  .

Define  $\rho := 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n$  and next define

$$h_\lambda := (\gamma_1 + \lambda\rho)f_1 + (\gamma_2 + (1 - \lambda)\rho)f_2 + \sum_{n=3}^{\infty} \gamma_n f_n.$$

We want  $h_\lambda$  to be in  $E$ , so we restrict values of  $\lambda$  to be in  $\left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, \frac{\gamma_2}{\rho} + 1\right]$ , then

$$\begin{aligned} \|h_\lambda - z\|_{\delta,1} &= \|\lambda\rho f_1 + (1 - \lambda)\rho f_2\|_{\delta,1} \\ &= \left\| \left( \lambda b \rho \frac{1}{\delta_1}, (1 - \lambda)b\rho \frac{1}{\delta_2}, 0, 0, \dots \right) \right\|_{\delta,1} \\ &= \begin{cases} (1 - \lambda)b\rho \frac{\delta_1}{\delta_2} - \lambda b\rho \frac{\delta_2}{\delta_1} & \text{if } \lambda \in \left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, 0\right), \\ (1 - \lambda)b\rho \frac{\delta_1}{\delta_2} + \lambda b\rho \frac{\delta_2}{\delta_1} & \text{if } \lambda \in \left[0, \frac{\delta_1}{\delta_1 + \delta_2}\right), \\ b\rho & \text{if } \lambda \in \left[\frac{\delta_1}{\delta_1 + \delta_2}, 1\right), \\ (2\lambda - 1)b\rho & \text{if } \lambda \in \left[1, \frac{\delta_1}{\delta_1 - \delta_2}\right), \\ (\lambda - 1)b\rho \frac{\delta_1}{\delta_2} + \lambda b\rho \frac{\delta_2}{\delta_1} & \text{if } \lambda \in \left[\frac{\delta_1}{\delta_1 - \delta_2}, 1 + \frac{\gamma_2}{\rho}\right), \end{cases} \end{aligned}$$

Define

$$\Gamma := \min_{\lambda \in \left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, \frac{\gamma_2}{\rho} + 1\right]} \|h_\lambda - z\|_{\delta,1}.$$

Therefore,  $\|h_\lambda - z\|_{\delta,1}$  is minimized when  $\lambda \in \left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, \frac{\gamma_2}{\rho} + 1\right]$  with unique minimizer such that its minimum value would be  $\Gamma = b\rho$ .

Now fix  $y \in E$  of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1$  with  $t_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$ .

Then,

$$\begin{aligned} \|y - z\|_{\delta,1} &= \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right\|_{\delta,1} \\ &= \left\| (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} e_1 + (t_2 - \gamma_2)b \frac{1}{\delta_2} e_2 + (t_3 - \gamma_3) \frac{1}{\delta_3} e_3 + (t_4 - \gamma_4) \frac{1}{\delta_4} e_4 + \dots \right\|_{\delta,1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left( (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} \right)^* + \left( (t_2 - \gamma_2)b \frac{1}{\delta_2} \right)^* \delta_2 + \left( (t_3 - \gamma_3) \frac{1}{\delta_3} \right)^* \delta_3 + \left( (t_4 - \gamma_4) \frac{1}{\delta_4} \right)^* \delta_4 + \dots \\
 &\geq \left| (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} \right| \delta_1 + \left| (t_2 - \gamma_2)b \frac{1}{\delta_2} \right| \delta_2 + \left| (t_3 - \gamma_3) \frac{1}{\delta_3} \right| \delta_3 + \left| (t_4 - \gamma_4) \frac{1}{\delta_4} \right| \delta_4 + \dots \\
 &= |t_1 - \gamma_1|b + |t_2 - \gamma_2|b + |t_3 - \gamma_3| + |t_4 - \gamma_4| + |t_5 - \gamma_5| + \dots \\
 &\geq b \sum_{k=1}^{\infty} |t_k - \gamma_k| + (1-b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| + |t_2 - \gamma_2|b \\
 &\geq b \left| \sum_{k=1}^{\infty} (t_k - \gamma_k) \right| + (1-b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| + |t_2 - \gamma_2|b \\
 &= b\rho + |t_2 - \gamma_2|b + (1-b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \\
 &\geq b\rho .
 \end{aligned}$$

Therefore, when  $\lambda$  is chosen to be in  $\left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, \frac{\gamma_2}{\rho} + 1\right]$ , for any  $y \in E$  and for  $z \in W \setminus E$ ,  $\|y - z\|_{\delta,1} \geq \Gamma$  such that there exists unique  $\lambda_0 \in \left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, \frac{\gamma_2}{\rho} + 1\right]$  with  $\|h_{\lambda_0} - z\|_{\delta,1} = \Gamma$ . Now, define a subset in our set by

$$\Lambda := \{y : \|y - z\|_{\delta,1} \leq \Gamma\}.$$

Note that  $\Lambda \subseteq E$  is a nonempty compact convex subset such that for any  $h \in \Lambda$ ,

$$\begin{aligned}
 s(Th) &= \limsup_m \left\| Th - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\
 &\leq \limsup_m \left\| Th - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\rho,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\delta,1}
 \end{aligned}$$

But since  $T$  is affine

$$\begin{aligned}
 s(Th) &\leq \limsup_m \left\| Th - T\left(\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)}\right) \right\|_{\delta,1} + \limsup_m \left\| \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m Tx^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\
 &\leq \limsup_m \left\| h - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x^{(k)} \right\|_{\delta,1} \\
 &= s(h).
 \end{aligned}$$

Also,  $s(Th) = \|z - Th\|_{\delta,1}$  and  $s(h) = \|z - h\|_{\delta,1}$ . Hence,

$$\begin{aligned}
 \|z - Th\|_{\delta,1} &\leq \|z - h\|_{\delta,1} \Rightarrow \|z - Th\|_{\delta,1} = \|z - h\|_{\delta,1} \\
 &\Rightarrow Th \in \Lambda.
 \end{aligned}$$

Therefore,  $T(\Lambda) \subseteq \Lambda$  and since  $T$  is continuous, Schauder's Fixed Point Theorem [Schauder (1930)] tells us that  $T$  has a fixed point such that  $h$  is the unique minimizer of  $\|y - z\|_{\delta,1} : y \in E$  and  $Th = h$ .

Therefore,  $E$  has fpp(ne) as desired.

**Example 2.5** Let  $\delta$  be arbitrary weight sequence whose first term is 1, and decreasing to 0 while it cannot be summable as in the definition of Lorentz-Marcinkiewicz spaces. Fix  $b \in (0,1)$ . Define a sequence  $(f_n)_{n \in \mathbb{N}}$  by setting  $f_1 := b \frac{1}{\delta_1} e_1$ ,  $f_2 := b \frac{1}{\delta_2} e_2$ ,  $f_3 := b \frac{1}{\delta_3} e_3$  and  $f_n := \frac{1}{\delta_n} e_n$ , for all integers  $n \geq 4$ . Next, define the closed, bounded, convex subset  $E = E_b$  of  $\ell_{\delta,1}$  by

$$E := \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n : \forall n \in \mathbb{N}, \quad t_n \geq 0 \text{ and } \sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1 \right\}.$$

**Theorem 2.6** Let  $\delta$  be arbitrary weight sequence whose first term is 1, and decreasing to 0 while it cannot be summable as in the definition of Lorentz-Marcinkiewicz spaces. Then, the set  $E$  in  $\ell_{\delta,1}$  defined as in the example above has the fixed point property for affine  $\|\cdot\|_{\delta,1}$ -nonexpansive mappings .

Proof. We will use exactly same method as the proof of Theorem 2.2 but just consider the following statements for the case 2 in the proof of Theorem 2.2.

**Case 2:**  $z \in W \setminus E$ .

Then,  $z$  is of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n < 1$  and  $\forall n \in \mathbb{N}, \gamma_n \geq 0$  .

Define  $\rho := 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \gamma_n$  and next define

$$h_\lambda := (\gamma_1 + \frac{\lambda}{2}\rho)f_1 + (\gamma_2 + \frac{\lambda}{2}\rho)f_2 + (\gamma_3 + (1-\lambda)\rho)f_3 + \sum_{n=4}^{\infty} \gamma_n f_n.$$

We want  $h_\lambda$  to be in  $E$ , so we restrict values of  $\lambda$  to be in  $[-\frac{\gamma_1}{\rho}, \frac{\gamma_2}{\rho} + 1]$ , then

$$\begin{aligned} \|h_\lambda - z\|_{\delta,1} &= \left\| \frac{\lambda}{2}\rho f_1 + \frac{\lambda}{2}\rho f_2 + (1-\lambda)\rho f_3 \right\|_{\delta,1} \\ &= \left\| \left( \frac{\lambda}{2} b \rho \frac{1}{\delta_1}, \frac{\lambda}{2} b \rho \frac{1}{\delta_2}, (1-\lambda) b \rho \frac{1}{\delta_3}, 0, 0, \dots \right) \right\|_{\delta,1} \\ &= \begin{cases} (1-\lambda)b\rho \frac{\delta_1}{\delta_3} - \lambda b \rho \frac{\delta_2}{2\delta_2} - \lambda b \rho \frac{\delta_3}{2\delta_1} & \text{if } \lambda \in \left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, 0\right), \\ (1-\lambda)b\rho \frac{\delta_1}{\delta_3} + \lambda b \rho \frac{\delta_2}{2\delta_2} + \lambda b \rho \frac{\delta_3}{2\delta_1} & \text{if } \lambda \in \left[0, \frac{2\delta_2}{2\delta_2 + \delta_3}\right), \\ \lambda b \rho \frac{\delta_1}{2\delta_2} + (1-\lambda)b\rho \frac{\delta_2}{\delta_3} + \lambda b \rho \frac{\delta_3}{2\delta_1} & \text{if } \lambda \in \left[\frac{2\delta_2}{2\delta_2 + \delta_3}, \frac{2\delta_1}{2\delta_1 + \delta_3}\right), \\ \lambda b \rho \frac{\delta_1}{2\delta_2} + \lambda b \rho \frac{\delta_2}{2\delta_1} + (1-\lambda)b\rho \frac{\delta_3}{\delta_3} & \text{if } \lambda \in \left[\frac{2\delta_1}{2\delta_1 + \delta_3}, 1\right), \\ (\lambda - 1)b\rho \frac{\delta_1}{\delta_3} + \lambda b \rho \frac{\delta_2}{2\delta_2} + \lambda b \rho \frac{\delta_3}{2\delta_1} & \text{if } \lambda \in \left[1, 1 + \frac{\gamma_2}{\rho}\right), \end{cases} \end{aligned}$$

Define

$$\Gamma := \min_{\lambda \in \left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, \frac{\gamma_2}{\rho} + 1\right]} \|h_\lambda - z\|_{\delta,1}.$$

Therefore,  $\|h_\lambda - z\|_{\rho,1}$  is minimized when  $\lambda \in \left[-\frac{\gamma_1}{\rho}, \frac{\gamma_2}{\rho} + 1\right]$  with unique minimizer such that its minimum value would be  $\Gamma = \frac{b\rho}{2} + \frac{b\rho}{2} \frac{\delta_3}{\delta_1} \leq b\rho$ .

Now fix  $y \in E$  of the form  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n f_n$  such that  $\sum_{n=1}^{\infty} t_n = 1$  with  $t_n \geq 0, \forall n \in \mathbb{N}$ .

Then,

$$\begin{aligned} \|y - z\|_{\delta,1} &= \left\| \sum_{k=1}^{\infty} t_k f_k - \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k f_k \right\|_{\delta,1} \\ &= \left\| (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} e_1 + (t_2 - \gamma_2)b \frac{1}{\delta_2} e_2 + (t_3 - \gamma_3)b \frac{1}{\delta_3} e_3 + (t_4 - \gamma_4)b \frac{1}{\delta_4} e_4 + \dots \right\|_{\delta,1} \\ &= \left( (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} \right)^* + \left( (t_2 - \gamma_2)b \frac{1}{\delta_2} \right)^* \delta_2 + \left( (t_3 - \gamma_3)b \frac{1}{\delta_3} \right)^* \delta_3 + \left( (t_4 - \gamma_4)b \frac{1}{\delta_4} \right)^* \delta_4 + \dots \\ &\geq \left| (t_1 - \gamma_1)b \frac{1}{\delta_1} \right| \delta_1 + \left| (t_2 - \gamma_2)b \frac{1}{\delta_2} \right| \delta_2 + \left| (t_3 - \gamma_3)b \frac{1}{\delta_3} \right| \delta_3 + \left| (t_4 - \gamma_4)b \frac{1}{\delta_4} \right| \delta_4 + \dots \\ &= |t_1 - \gamma_1|b + |t_2 - \gamma_2|b + |t_3 - \gamma_3|b + |t_4 - \gamma_4| + |t_5 - \gamma_5| + \dots \\ &\geq b \sum_{k=1}^{\infty} |t_k - \gamma_k| + (1-b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| + |t_2 - \gamma_2|b + |t_3 - \gamma_3|b \\ &\geq b \left| \sum_{k=1}^{\infty} (t_k - \gamma_k) \right| + (1-b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| + |t_2 - \gamma_2|b + |t_3 - \gamma_3|b \\ &= b\rho + |t_2 - \gamma_2|b + |t_3 - \gamma_3|b + (1-b) \sum_{k=3}^{\infty} |t_k - \gamma_k| \\ &\geq b\rho . \end{aligned}$$

So the rest is done similarly to the proof of Theorem 2.4.

### 3.CONCLUSION AND DISCUSSION

In our paper, we studied to answer the question if there exists a non-weakly compact\*, c.b.c. subset  $C$  of  $\ell_{\delta,1}$ , for which  $C$  has FPP for nonexpansive mappings. We saw that we can give positive answer for this question under affinity condition. So in this study, we showed that we can find a large class of non-weakly compact c.b.c. subsets of  $\ell_{\delta,1}$  that have FPP for affine nonexpansive mappings. Finding larger classes satisfying our result or any class giving the same result but without necessity of affinity condition would be future projects for interested parties.

## REFERENCES

- Astashkin, S. V. and Sukochev, F. A. 2007. Banach-Saks property in Marcinkiewicz spaces. *J. Math. Anal. Appl.*, 336(2), 1231-1258.
- Banach, S. 1922. Sur les operations dans les ensembles abstraits et leur applications aux equations integrales, *Fund. Math.* 3, 133-181.
- Brouwer, L. E. J. 1912. *Über abbildung von mannigfaltigkeiten*. *Math. Ann.* 71(1), 97–115.
- Browder, F. E. 1965. Fixed-point theorems for noncompact mappings in Hilbert space. *P Natl Acad Sci USA*, 53(6), 1272–1276.
- Everest, T. 2013. Fixed points of nonexpansive maps on closed, bounded, convex sets in  $\ell^1$ . Ph.D. Thesis, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA.
- Goebel, K. and Kuczumow, T. 1979. Irregular convex sets with fixed-point property for nonexpansive mappings. In *Colloquium Mathematicum*, 2(40), 259-264.
- Göhde, D. 1965. Zum prinzip der kontraktiven abbildung. *Math. Nachr.*, 30, 251–258.
- Kirk, W. A. 1965. A fixed point theorem for mappings which do not increase distances. *Amer. Math. Monthly*, 72(9), 1004–1006.
- Lennard, C. and Nezir, V. 2011. The closed, convex hull of every ai  $c_0$ -summing basic sequence fails the fpp for affine nonexpansive mappings. *J. Math. Anal. Appl.*, 381, 678–688.
- Lin, P. K. 2008. There is an equivalent norm on  $\ell^1$  that has the fixed point property. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications*, 68(8), 2303-2308.
- Lindenstrauss, J. and Tzafriri, L. 1977. *Classical Banach spaces I: sequence spaces, ergebnisse der mathematik und ihrer grenzgebiete*. Vol. 92, Springer-Verlag, New York.
- Rakov, S. A. 1979. Banach-Saks property of a Banach space. *Math. notes of the Academy of Sciences of the USSR*, 26(6), 909–916.
- Rakov, S. A. 1982. Banach-Saks exponent of certain Banach spaces of sequences. *Math. notes of the Academy of Sciences of the USSR*, 32(5), 791-797.
- Schauder, J. 1930. Der Fixpunktsatz in Funktionalraumen. *Studia. Math.*, 2, 171-180.

## SiO<sub>2</sub>@CuO NANOKOMPOZİT FOTOKATALİZÖRLERİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ<sup>1</sup>, Prof. Dr. Taner TEKİN<sup>1</sup>, Doç. Dr. Derya TEKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Malzeme Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Hızla gelişen tekstil teknolojileri evren için hayati bir sorun olan su kirliliği artmaktadır. Su kirliliğinde meydana gelen bu hızlı artış insan hayatını doğrudan ve dolaylı olarak tehdit altına almaktadır. Toplumumuzda son yıllarda artış gösteren kanser vakaları bu duruma en iyi örnek olarak gösterilebilir. Özellikle ağır metal ve parçalanması güç toksit boyar maddeler hem su kaynaklarını kirletirken hem de su canlılarının sağlığını sebep olmaktadır. Fotokatalitik bozunma, tekstil boyalarının ayrıştırılması için çevre dostu bir yöntemdir. İkincil kirlilik oluşturmaması, ucuz olması ve tekrar kullanılabilirliği en önemli tercih sebeplerindedir. Bu çalışmada ilk olarak küresel SiO<sub>2</sub> nanoparçacıkları sol-jel metodu ile sentezlenmiştir. Hazırlanan SiO<sub>2</sub> nanoparçacıklarının yüzeyi CuO tabakası ile birlikte çöktürme yöntemiyle kaplanmıştır. Hazırlanan çekirdek kabuk yapıları SiO<sub>2</sub>/CuO nanokompozit fotokatalizörleri, taramalı elektron mikroskopisi (SEM, EDS) ve X-ışını difraksiyonu (XRD) ile karakterize edilmiştir. Hazırlanan çekirdek kabuk nanokompozit fotokatalizörlerinin fotokatalitik aktiviteleri, UV ışık ışınlaması (254 nm, 44 W/m<sup>2</sup>) altında sulu çözeltide Orange G (OG) boyası kullanılarak incelenmiştir. Fotokatalitik deney sonuçları, sentezlenen fotokatalizörün OG sulu çözeltisini 2 saat süre ile %80 oranında uzaklaştırıldığı elde edilmiştir. Çekirdek kabuk yapıları SiO<sub>2</sub>@CuO nanokompozit fotokatalizörlerin fotokatalitik bozunmasının etkinliği beş denemenin sonunda herhangi bir değişime uğramamıştır. Sonuçlar, hazırlanan çekirdek kabuk yapıları SiO<sub>2</sub>@CuO nanokompozitlerin fotokatalizörünün etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *CuO, çekirdek-kabuk, fotokatalizör, fotokatalitik aktivite*

### ABSTRACT

Rapidly developing textile technologies are increasing the water pollution, which is a vital problem for the universe. This rapid increase in water pollution directly and indirectly threatens human life. Cancer cases, which have increased in recent years in our society, can be considered as the best example. Particularly heavy metal and decomposing toxic dyestuffs are both polluting the water resources and causing the health of aquatic organisms. Photocatalytic decay is an environmentally friendly method for separating textile dyes. Secondary pollution, cheapness and reusability are the most important reasons. In this study, the first SiO<sub>2</sub> nanoparticles were synthesized by sol-gel method. The surface of the prepared



SiO<sub>2</sub> nanoparticles were coated with the CuO layer together with the precipitation method. The prepared core-shell SiO<sub>2</sub>@CuO nanocomposite photocatalysts were characterized by scanning electron microscopy (SEM, EDS) and X-ray diffraction (XRD). The photocatalytic activities of the prepared core shell nanocomposite photocatalysts were investigated using Orange G (OG) dye in aqueous solution under UV light irradiation (254 nm, 44 W/m<sup>2</sup>). The photocatalytic test results were obtained by removing 80% of the OG aqueous solution of the synthesized photocatalyst for 2 hours. The efficacy of photocatalytic degradation of core-shell SiO<sub>2</sub> @ CuO nanocomposite photocatalysts did not change at the end of the five trials. The results showed that the photocatalyst of SiO<sub>2</sub>@CuO nanocomposites prepared with core shell can be used effectively.

**Keywords:** *CuO, core-shell, photocatalyst, photocatalytic activity*

## GİRİŞ

Dünya çapında hızla gelişen tekstil endüstrinin neden olduğu çevresel etki, organik kirletici maddeler içeren atık suların doğaya salınmasından kaynaklanmaktadır. Bu bileşikler biyolojik döngülerde, özellikle fotosentez işleminde değişikliklere neden olabilir. Genellikle kanserojen olan bu renklendirici moleküller görünür ışığı emerek fotosentez için mevcut ışık miktarını azaltır [1].

Bu kirleticileri gidermek için kullanılan bir çok yöntem olmasına rağmen, bunlar arasında, hidroksil radikalleri (OH•) üreten ileri oksidasyon prosesleri en etkili şekilde kullanılan yöntemdir [2]. OH• radikallerini üretmenin bir yolu da yarı iletkenleri UV ışığı ile ışınlamadır. Işınlandığında ve yeterli enerji aldığı anda, bu malzemeler, katalizörün yüzeyinde emilen yüzey hidroksil grupları, OH ve oksijen molekülleri ile reaksiyona girerek elektron boşluk çiftleri üretebilir, böylece hidroksil radikali ve süper oksit radikali iyonlarını oluşturabilirler. Bu türler yüksek aktiviteye sahiptir ve organik bileşikleri oksitleyebilir [3].

Fotokatalizör olarak kullanılan bakır oksit (II), yüksek kullanılabilirliğe ek olarak düşük maliyetli ve toksisiteye sahiptir [4]. Bu oksit, gözle görülür ışığa yakın bant boşluğu enerjisi olan az sayıların arasındadır [5]. Bu oksit özelliklerine dayanarak, Orange G parçalanmasında silika üzerinde desteklendiğinde fotokatalitik potansiyeli incelenmiştir. Hazırlanan çekirdek kabuk yapılı SiO<sub>2</sub>/CuO nanokompozit fotokatalizörleri, taramalı elektron mikroskopisi (SEM, EDS) ve X-ışını difraksiyonu (XRD) ile karakterize edilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Kimyasallar

Sentez çalışmaları için etanol (Sigma Aldrich, %99,8), tetraetil ortosilikat (Sigma Aldrich, %99), amonyum hidroksit (Sigma Aldrich, %25), bakır nitrat (Sigma Aldrich, %99) kimyasalları ve distile su kullanılmıştır.

### **SiO<sub>2</sub> ve SiO<sub>2</sub>/CuO sentezi**

80 ml etanol + 20 ml diyonize sudan oluşan çözelti 15 dakika süre ile ultrasonikasyon altında karıştırılır. Homojen bir çözelti elde edilmesinin ardından 5 ml %25'lik (w/w) NH<sub>4</sub>OH eklenerek 5 dakika süreyle karıştırılmaya devam edilerek, 1 ml TEOS çözelti ortamına damlalık yardımıyla eklenir. Çözelti 3 h süreyle %45'lik amplitüd altında karıştırılmasının ardından, harici mıknatıs yardımıyla çözelti ortamından uzaklaştırılıp, sırasıyla distile su ve etanol ile 5 kere yıkanarak, 60 ° C'de 3 saat süreyle kurumaya bırakılır.

SiO<sub>2</sub>@CuO sentezi için, 10 mL distile su içinde 1 g üretilen SiO<sub>2</sub> ve 0.4 g bakır nitrat çözeltisi hazırlanmıştır. Karışım 2 saat ultrases altında karıştırılmaya tabi tutulur. Elde edilen fotokatalizörler, santrifüjleme ile çözelti ortamından ayrılarak 3 saat 500 °C'de kalsine edilerek SiO<sub>2</sub>@CuO elde edildi.

### **Fotokatalizörlerin Karakterizasyonu**

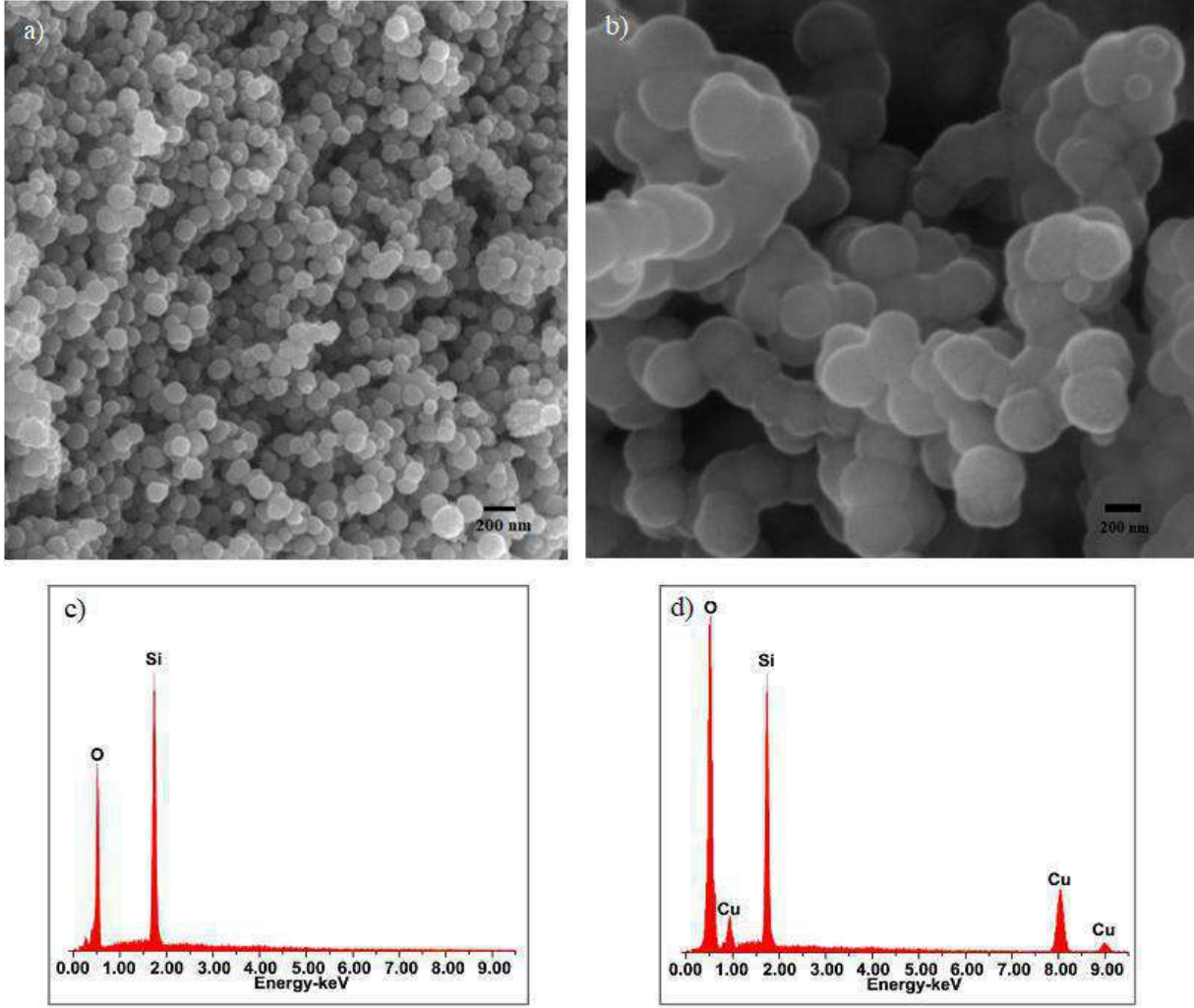
Fotokatalizörlerin morfolojisi ve yapısal özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM, FEI, Inspect S50), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ve X-ışını kırınımı (XRD, Rigaku D/Max-2200) ile karakterize edildi.

### **Fotokatalitik Denemeler**

Fotokatalitik denemeler 500 ml'lik bir kesikli reaktörde 400 ml, 20 mg/L'lik Orange G çözeltisi hazırlanarak manyetik karıştırma (500 rpm) altında oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. 44 W/m<sup>2</sup> ışık şiddetinde 254 nm'lik Pen-ray UV- lamba ve yüksek oranda O<sub>2</sub> konsantrasyonu sağlayabilmek için pompa vasıtasıyla hava reaktör içerisine beslenmiştir.

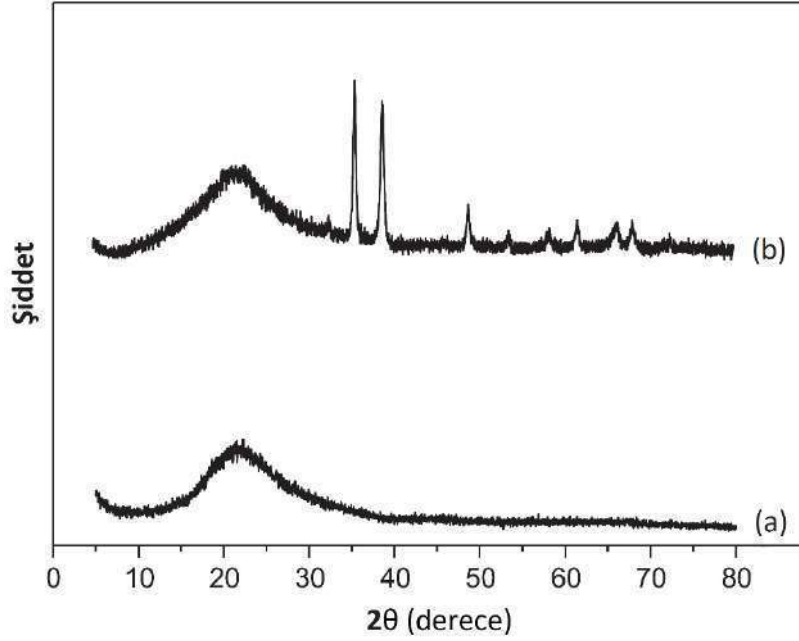
### **ARAŞTIRMA BULGULARI**

Üretilmiş olan SiO<sub>2</sub>@CuO nanotüplerine ait SEM ve EDS sonuçları Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** (a-c) SiO<sub>2</sub> ve (b-d) SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörlerine ait SEM ve EDS analizi sonuçları

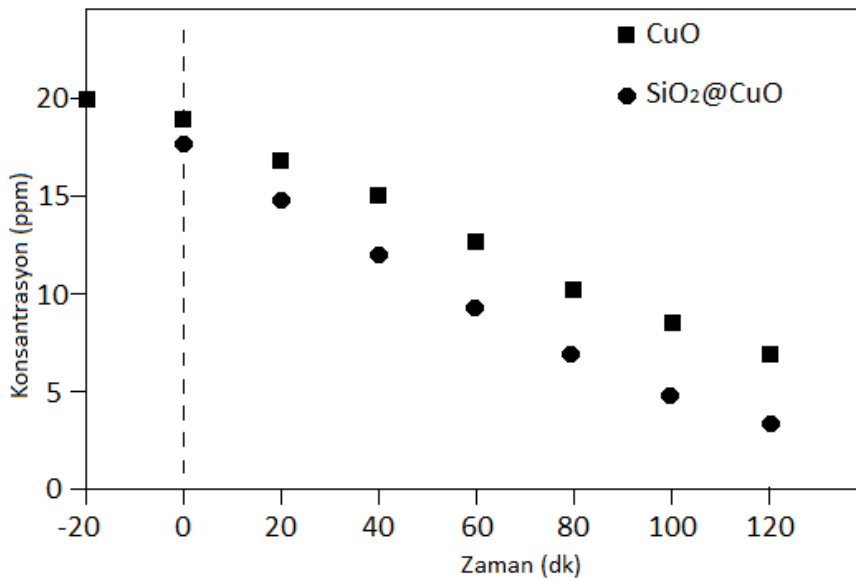
SiO<sub>2</sub> iyi bir monodispersiyon göstermektedir ve küresel olarak oluşumunu tamamlamıştır. SiO<sub>2</sub> nanokompoziti 160 ile 260 nm aralığındaki çaplara sahip, ortalama çapı yaklaşık olarak 220 nm'dir. CuO kaplaması SiO<sub>2</sub> nanokompozitlerinde aglomerasyon meydana getirmiş ve parçacıkların birleşerek şekil bozukluklarının meydana gelmesine sebep olmuştur. SiO<sub>2</sub>@CuO nanokompoziti 175 ile 385 nm aralığındaki çaplara sahip, ortalama çapı yaklaşık olarak 230 nm'dir ve SiO<sub>2</sub> nanopartiküllerine kıyasla daha büyüktür. Nanokompozitlere ait EDS analizi sonucunda silisyum, bakır ve oksijen varlığı kanıtlanmıştır.



Şekil 2. (a) SiO<sub>2</sub> ve (b) SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörlerine ait XRD analizi sonuçları

Şekil 2a'da SiO<sub>2</sub>'y ait XRD diyagramından herhangi bir keskin bir pik görülmemekte, ancak amorf yapıda ki SiO<sub>2</sub>'den kaynaklanan 20 ile 30° arasında geniş zirve görülmektedir. Şekil 2b'de 35 ve 38° arasındaki ayrık yüksekliklerin oksit oluşumu göstermektedir. 35°deki en yoğun pik, bakır oksitlerin tipik özelliğidir (Park ve Ledford 1998).

Sentezlenen CuO ve SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörleri kullanılarak kesikli reaktörde Orange G boyarmaddesi üzerinde gerçekleştirilen fotokatalitik bozunma grafikleri Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. CuO ve SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörlerine ait fotokatalitik deneme sonuçları

CuO ve SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörüne ait fotokatalitik Orange G çözültisi konsantrasyonuna karşılık zaman grafiği incelendiğinde iki fotokatalizörün giderimleri arasındaki fark gözle görülür seviyededir. CuO ve SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörleri 2 saat süresince boyanın sırasıyla % 60 ve %80'ünü gidermiştir ve CuO ve SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörüne göre boya giderimi daha iyi seviyededir.

## SONUÇ

Üretilmiş olan fotokatalizörlerin homojen bir şekilde oluşmuş olduğu görülmüş ve ortalaçaplarının 160-285 nm arasında değiştiği SEM analizi yardımıyla ve katılanan bakır oksit fotokatalizördeki varlığı EDS analizi ile ispatlamıştır. Numunelerin XRD grafiği incelenmiş, 35°deki karakteristik CuO fazı görülmektedir, CuO fotokatalizörünün boya giderimi 2 saatte %60 olduğu SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörünün gideriminin ise %80 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, hazırlanan çekirdek kabuk yapıları SiO<sub>2</sub>@CuO nanokompozitlerin fotokatalizörünün etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

## REFERANSLAR

- [1] Kunz A, Peralta-Zamora P, Moraes SG, Dura'n N (2002) New tendencies on textile effluent treatment. *Quim Nova* 25:78–82.
- [2] Brown MA, Devito SC (1993) Predicting azo-dye toxicity. *Crit Rev Environ Sci Technol* 23:249–324
- [3] Yang H, Ouyang J, Tang A, Xiao Y, Li X, Dong X et al (2006) Electrochemical synthesis and photocatalytic property of cuprous oxide nanoparticles. *Mater Res Bull* 41:1310–1318
- [4] Guerreiro ED, Gorriz OF, Rivarola JB, Arrua LA (1997) Characterization of Cu/SiO<sub>2</sub> catalysts prepared by ion exchange for methanol dehydrogenation. *Appl Catal A* 165:259–271
- [5] Zhang L, Li J, Chen Z, Tang Y, Yu Y (2006) Preparation of Fenton reagent with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> generated by solar light-illuminated nano-Cu<sub>2</sub>O/MWNTs composites. *Appl Catal A* 299:292–297.

**FARKLI NEM İÇERİKLERİ VE SÜRTÜNME DÜZLEMLERİNİN ASPİR'DE  
(*CARTHAMUS TINCTORIUS*) STATİK SÜRTÜNME KATSAYILARINA OLAN  
ETKİLERİ**

**Doç. Dr. Sefa ALTİKAT**

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

**ÖZET**

Günümüzde tarımsal mekanizasyon düzeyindeki gelişmeler ile biyolojik materyalin hasat, taşıma ve depolama işlemlerinde kullanılan insan iş gücü de ciddi anlamda azalmıştır. Modern teknolojilerin kullanıldığı üretim tesislerinde hasat sonrası ürün işleme, sınıflandırma ve paketleme işlemleri tam otomasyon sistemleriyle yapılmaya başlamıştır. Bu sistemlerde kullanılan tüm ekipmanlar birtakım yazılımlar ve kumanda kontrol sistemleriyle çalışmakta olup, bu yazılımların ve sistemlerin sorunsuz bir şekilde görevini yapması için biyolojik materyalin fiziksel ve mekanik özelliklerinin makinalara tanıtılması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Bu noktadan hareketle ürün işleme proseslerinde tam otomasyon sistemlerinin kullanılması amacıyla tarımsal ürünlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu araştırmada farklı nem düzeylerine sahip aspir (*Carthamus tinctorius*) tohumlarının farklı sürtünme düzlemlerindeki statik sürtünme katsayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda üç farklı aspir çeşidi (Remzibey, Dinçer ve Balcı), 3 farklı nem içeriği (%15, %22, %31) ve dört farklı sürtünme yüzeylerinden (ahşap, galvanize sac, plastik, PVC) yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; çeşitler arasındaki en yüksek statik sürtünme katsayısı 0.511 değeri ile Dinçer çeşidinde elde edilirken bunu 0.458 değeri ile Remzibey ve 0.440 değeri ile Balcı takip etmiştir. Tüm çeşitlerde tohum nem içeriğindeki artış statik sürtünme katsayısı değerlerini de artırmıştır. En düşük sürtünme katsayısı 0.411 değeri ile %15 nem içeriğinde elde edilirken bu değer %22 nem içeriğinde 0.471 ve %31 nem içeriğinde 0.528 olarak belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan malzeme yüzeyleri arasında Plastik yüzeydeki statik sürtünme katsayısı tüm nem içeriğinde diğerlerine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu yüzeyde elde edilen statik sürtünme katsayısının ortalama değeri 0.575 iken bunu 0.522 ile ahşap, 0.458 ile PVC, 0.324 ile de galvanize sac malzemeden yapılmış sürtünme yüzeyleri takip etmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aspir, statik sürtünme, nem, sürtünme yüzeyi

**THE EFFECTS OF DIFFERENT MOISTURE CONTENTS AND FRICTION  
PLANES ON STATIC FRICTION COEFFICIENTS IN THE DIFFERENT  
*CARTHAMUS TINCTORIUS* VARIETIES**

**ABSTRACT**

In this century the human labor force which used at the agricultural processes such as harvesting, transporting and storing were significantly decreased through the increasing agricultural mechanization levels. Production systems using modern technologies; product handling, classification and packaging processes are carried out with full automation systems. All the equipments used in these systems work with some software and control systems. The physical and mechanical properties of the biological material must be introduced to the machines by means of software in order for these software and systems to function smoothly. For these reasons, physical and mechanical properties of agricultural products need to be determined in order to use full automation systems in product processing processes. In this

study it was aimed to determine the static friction coefficients on the different friction surfaces of the safflower (*Carthamus tinctorius*) seeds which has three different seed moisture contents. For this purpose, three different types of safflower (Remzibey, Dinçer and Balcı), 3 different moisture content (15%, 22%, and 31%) and four different friction surfaces (wood, galvanized sheet, plastic, PVC) were used. According to the research results; the highest static coefficient of friction among the varieties was obtained in Dinçer variety with a value of 0.511, followed by Remzibey with a value of 0.458 and Balcı with a value of 0.440. The increase in seed moisture content in all varieties increased the static friction coefficient values. The lowest coefficient of friction was obtained at moisture content of 15% with 0.411, and this value was determined as 0.428 in moisture content of 22% and 0.528 in moisture content of 31%. In the research, static friction coefficient of plastic surface was determined to be higher than others in all moisture content. The static friction coefficient values were calculated as 0.575, 0.522, 0.458 and 0.324 for plastic, wood, PVC and galvanized iron, respectively.

**Keywords:** safflower, static friction, moisture, friction surface

## 1. GİRİŞ

Aspir bitkisinin anavatanı Arabistan yarımadası olup, İran, Hindistan, Pakistan gibi ülkelere yayılmıştır. Türkiye’de Anadolu’da yabancı olarak rastlanmakta ve ekimi de yapılmaktadır. Benzerliği sebebiyle ticarete safran bitkisiyle sık sık karıştırıldığından yalancı safran olarak ta isimlendirilmektedir. Aspir çiçekleri gıda ve kumaş boyası yapımında kullanılmaktadır. Tohumları yaklaşık %30-45 arasında yağ oranına sahiptir ve bu yağ hem yemeklik hem de sabun, boya, vernik, cila ve biyoyakıt üretiminde kullanılmaktadır.

Hasat edilen ürünlerin depolara taşınmasında birtakım konveyörlerden yararlanılmaktadır. Konveyörler malzeme iletimi yanında yükleme, boşaltma, stoklama ve stoktan alma gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu makinalarda ürünün iletilmesi ya bir bant üzerinde ya da iletilecek materyalin özelliklerine göre değişebilen ve farklı açılarla konumlandırılabilen metal veya plastik malzemelerden yapılmış bölmeler sayesinde yapılmaktadır. Bantlı konveyörlerde kullanılan bant malzemesi değişkenlik gösterebilmektedir. Bu tarz konveyörlerde ki iletimin sorunsuz bir şekilde yapılması ise iletilecek materyalin farklı nem içeriklerindeki statik ve dinamik sürtünme değerlerinin bilinmesine bağlıdır. Bu sayede iletim hattı boyunca biyolojik materyalin zedelenmeden taşınması sağlanmaktadır. Bölmeli tip konveyörlerde iletim işleminin sorunsuz bir şekilde yapılması biyolojik materyalin boyutsal ve hacimsel özelliklerinin bilinmesi ile mümkündür. Bu sayede konveyör bölmelerinin gerek konumları gerek se konum açıları ayarlanabilmektedir.

Biyolojik materyalin nem içerikleri ve farklı malzeme yüzeylerindeki sürtünme özelliklerinin belirlenmesi gerek taşıma gerekse depolama ünitelerinin tasarımı için önem arz etmektedir (Mohsenin, 1980). Yapılan birçok çalışmada ürün nem içeriğindeki artışa paralel olarak sürtünme katsayılarının da arttığı belirlenmiştir (Singh and Goswami, 1996). Farklı tohumlardaki nem değişiminin statik ve dinamik sürtünme katsayıları üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalarda tohum nem içeriğindeki değişimden en fazla statik sürtünme katsayılarının etkilendiği belirlenmiştir. Örneğin; soya fasulyesi, kırmızı barbunya yerfıstığı (Chung and Verma, 1989) ve mercimek (Carman, K., 1996) tohumlarında farklı tohum nem içeriklerinde yapılan araştırmalarda nem düzeylerinin statik sürtünme katsayıları üzerinde dinamik sürtünme katsayılarına oranla çok daha belirgin farklar yarattığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca; aspir (Gupta and Prakash, 1992), kabak çekirdeği (Joshi et al.,1993) ve kimyon (Singh and Goswami, 1996) tohumlarındaki nem değişimlerinin statik sürtünme katsayısına olan etkilerinin incelendiği araştırmalarda nem içeriğindeki artışın statik sürtünme katsayılarının da artmasına neden olduğu ve aralarında lineer bir ilişki bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan araştırmalarda sürtünme yüzeyleri olarak beton, kontrplak, kauçuk, yumuşak çelik, alüminyum, paslanmaz çelik ve cam gibi birçok malzemenin biyolojik malzemenin sürtünme katsayılarına olan etkileri incelenmiştir (Chung and Verma, 1989; Carman, K., 1996 and Gupta and Prakash, 1992). Chung and Verma, (1989) 'a göre dinamik sürtünme katsayısı, sürtünme yüzeyinde kullanılan malzemeden statik sürtünme katsayısına göre daha fazla etkilenmektedir. Ancak yapılan diğer bir araştırmada ise statik sürtünme katsayıları sürtünme yüzeyinden ziyade biyolojik materyalin nem içeriğinden etkilenmektedir (Carman, 1996). Yapılan araştırmalarda beton, kontrplak ve kauçuk (Carman, 1996, Lawton, 1980; Tsang-Mui et al., 1984) gibi yüzeylerdeki hem dinamik hem de statik sürtünme katsayıları metal ve cam yüzeylere göre (Visvanathan et al., 1996) daha büyük olduğu belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

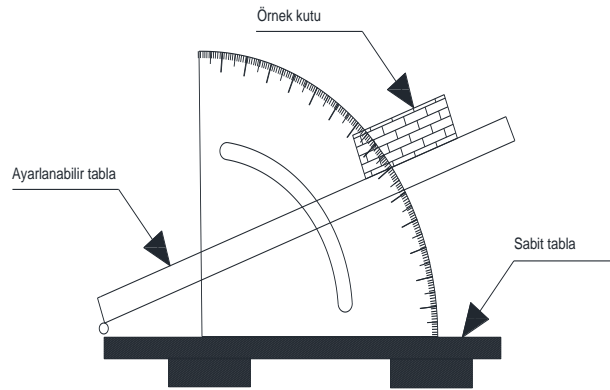
Tohumların farklı düzeylerde nemlendirilmesi amacıyla her bir çeşit için 10 g lık örnekler 130 °C'de 20 saat süreyle kurumaya bırakılmış ve başlangıç nem içerikleri belirlenmiştir. Daha sonra % nem içeriğine yükselmek için ilave edilecek su miktarı aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Bu eşitlikte; Q: eklenecek su kütlesi (g); Bi: örneklerin ilk ağırlığı (kg); Mi: örneklerin ilk nem içeriği (%) ve Mf: örneklerin son nem içeriğini ifade etmektedir.

$$Q = \frac{Bi(Mf - Mi)}{Mi + 100} \dots \dots \dots (2)$$

Farklı nem düzeylerinde elde edilen tohumların fiziksel ve mekanik özelliklerine ait ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada tohumların sürtünme ölçümü için eğimli masa düzeneği kullanılmıştır (Şekil 2.1). Dört farklı sürtünme yüzeyleri (Galvanize sac, plastik, PVC ve ahşap) üzerinde hareketine izin verecek şekilde eğimli masa bir kol ile hareketlendirilerek ilk hareketin sağlandığı durumdaki masanın eğim açısı değer, sürtünme katsayısı için kullanılmıştır. Sürtünme katsayısı ölçümünde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Gül, 2017).

$$\tan \alpha = \mu = \frac{F_s}{N_f} \dots \dots \dots (1)$$



Şekil 2.1. Sürtünme Düzlemi

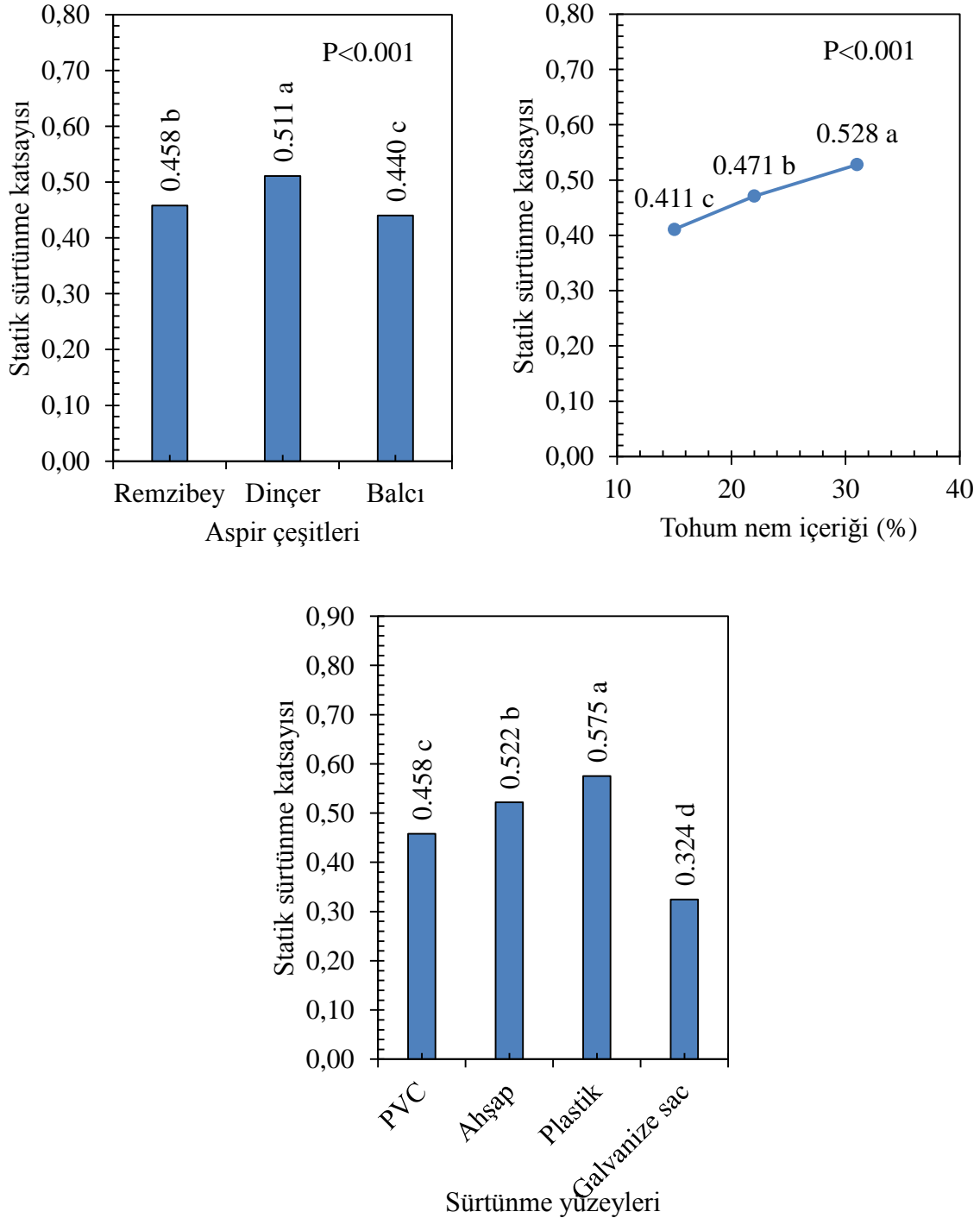
## 3. Araştırma Bulguları

Araştırmada statik sürtünme katsayısı aspir çeşitleri ve tohum nem içeriklerinden istatistiksel anlamda çok önemli düzeyde etkilenmiştir. Çeşitler arasındaki en yüksek statik sürtünme katsayısı değer 0.511 ile Dinçer çeşidinde elde edilirken bunu 0.458 ile Remzibey ve 0.440 ile Balcı takip etmiştir (Şekil 3.1). Nem içeriği ile statik sürtünme katsayısı arasında doğrusal



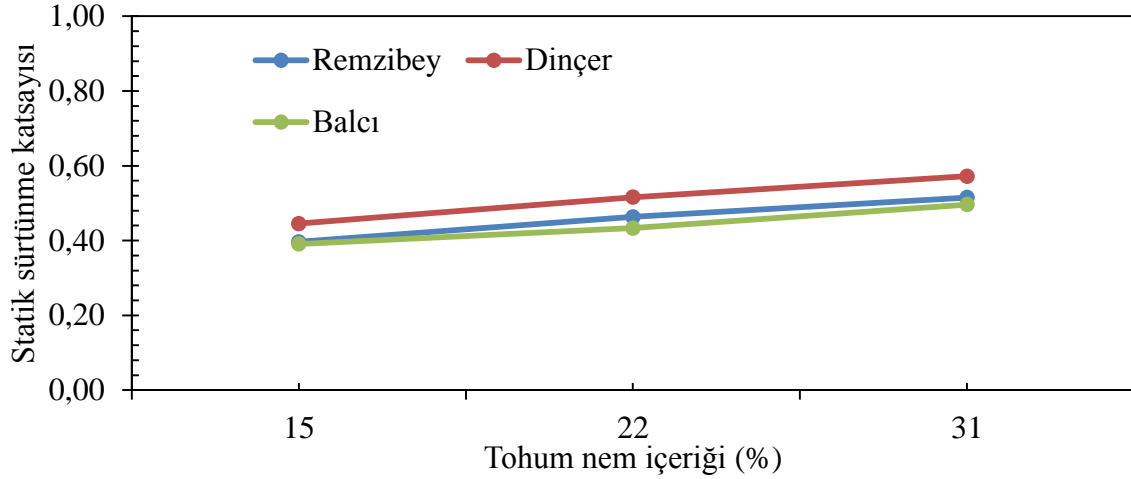
bir ilişki belirlenmiştir. Tohum nem içeriğinin artışı ile statik sürtünme katsayısı değerleri de artmıştır. En düşük statik sürtünme katsayısı değeri 0.411 ile %15 tohum nem içeriğinde elde edilirken bu değer %22 nem düzeyi için 0.470 ve %31 nem düzeyi için ise 0.528 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1).

Kullanılan sürtünme yüzeyleri arasında ki en düşük statik sürtünme katsayısı 0.324 ile galvanize sac yüzeyinde belirlenirken; en yüksek sürtünme değeri ise 0.575 ile plastik sürtünme düzeyinde belirlenmiştir. Galvanize sacın diğer malzemelere göre daha pürüzsüz ve kaygan bir yüzeye sahip olması daha az sürtünme kuvvetinin oluşmasına neden olmuştur. Ahşap ve PVC malzemelerin statik sürtünme katsayıları ise sırasıyla 0.522 ve 0.458 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.1).



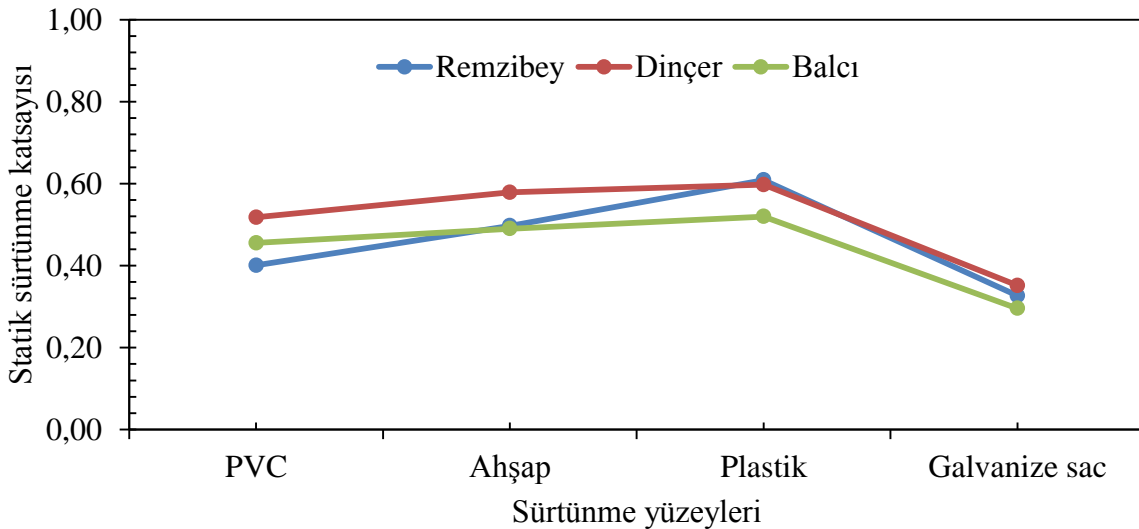
Şekil 3.1. Statik sürtünme katsayısının çeşit, nem ve sürtünde yüzeylerine göre değişimleri

Çeşit ve tohum nem içeriğinin statik sürtünme katsayılarına olan interaksyon etkileri incelendiğinde Tüm tohum çeşitlerinin nem içeriğindeki artış ile statik sürtünme katsayılarında da doğrusal bir artış belirlenmiştir. Buna göre en Dinçerin %31 nem değerindeki statik sürtünme katsayısı 0.572 ile en yüksek değeri almıştır. Çeşit ve nem interaksyonların da en düşük statik sürtünme katsayısı değeri 0.391 ile Balcının %15 düzeyindeki nem durumunda elde edilmiştir (Çizelge 3.2).



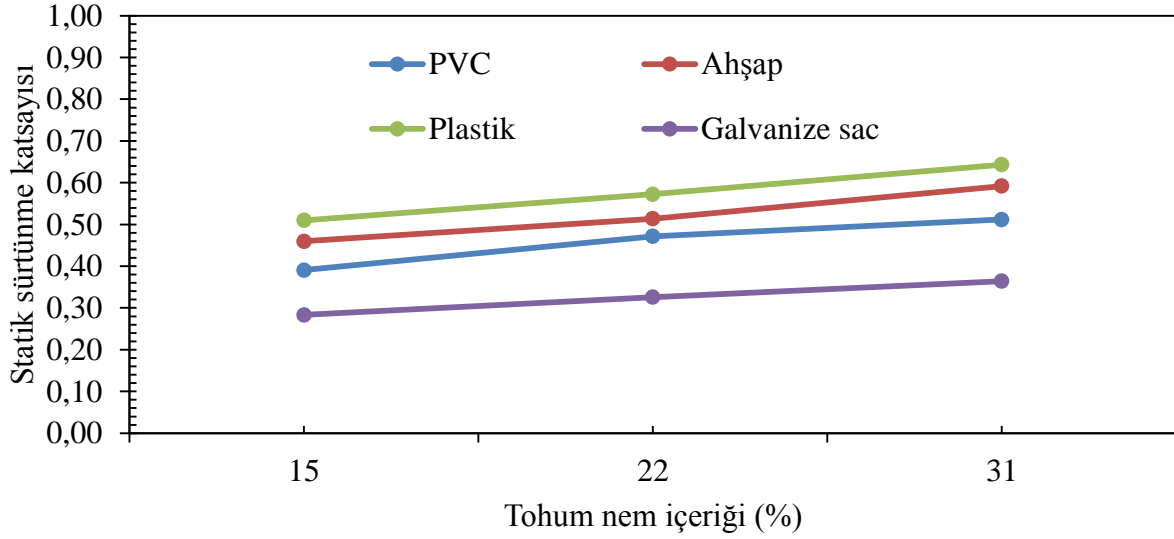
Şekil 3.2. Çeşitlerin farklı nem içeriklerindeki statik sürtünme katsayıları

Araştırmada çeşitler ile sürtünme yüzeyi interaksyonlarının statik sürtünme katsayılarına olan etkileri incelendiğinde galvanize sac malzemeden yapılmış sürtünme yüzeyinde balcı çeşidinin kullanılması durumunda 0.295 ile en düşük statik sürtünme katsayısı elde edilmiştir. Buna ilaveten en yüksek değer ise 0.609 ile Remzibeyi'in plastik malzemeli sürtünme düzeyinde taşınması sonucu meydana gelmiştir (Şekil 3.3).



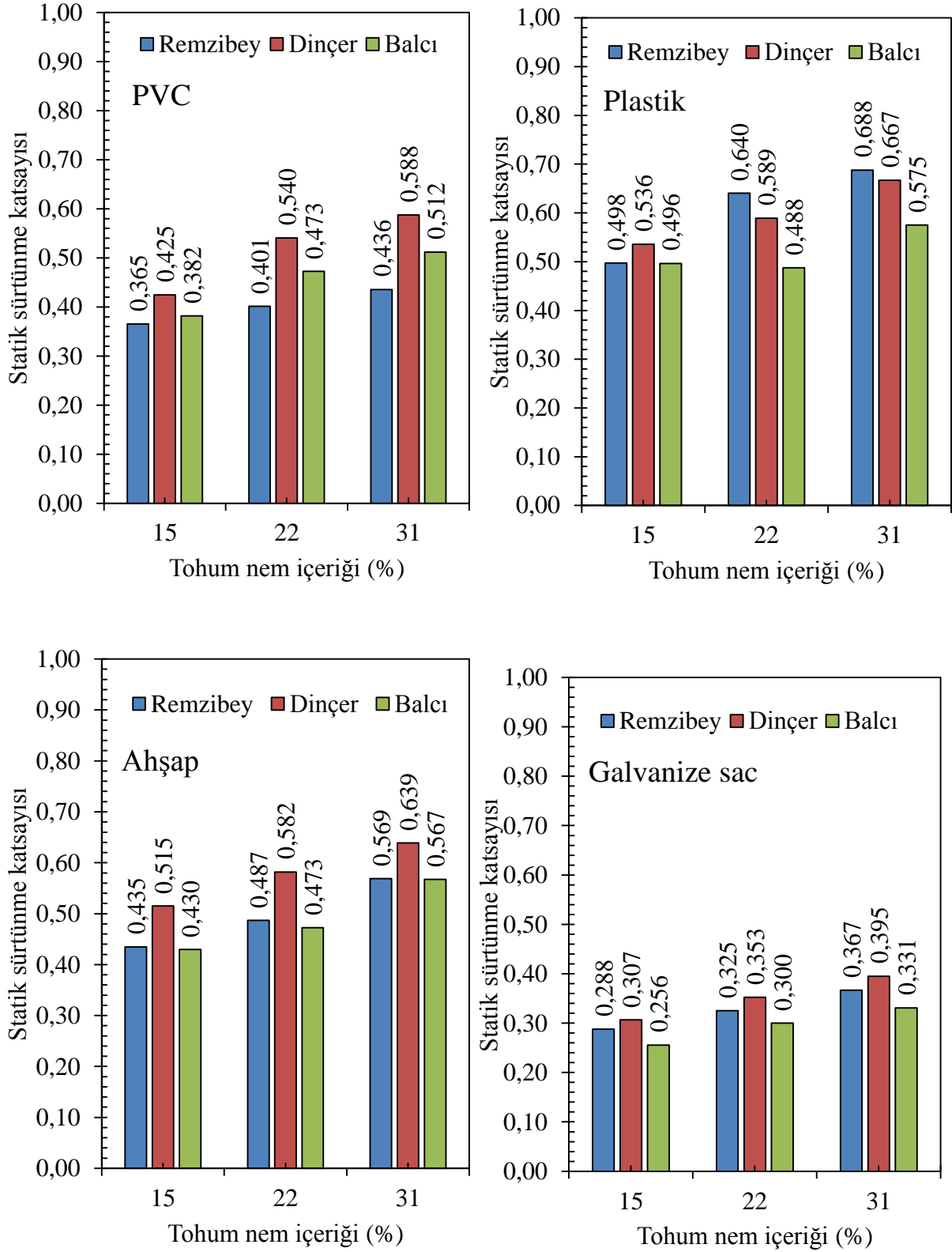
Şekil 3.3. Çeşitlerin farklı sürtünme yüzeylerindeki statik sürtünme katsayıları

Statik sürtünme katsayısına tohum nem içeriği ve sürtünme düzlemlerinin interaksyon etkilerini incelemek amacıyla yapılan analizler sonucunda nem içeriğinin artışına bağlı olarak tüm sürtünme yüzeylerindeki statik sürtünme katsayılarının da arttığı belirlenmiştir. Plastik sürtünme düzleminde %31 nem düzeyine sahip tohumların sürtünme katsayıları diğer düzlem ve nem içeriklerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Sürtünme yüzeylerinin farklı nem içeriklerindeki statik sürtünme katsayıları

Araştırmada sürtünme düzlemi, çeşit ve tohum nem içeriklerinin statik sürtünme katsayılarına olan üçlü interaksyon etkileri Şekil 3.4 de verilmiştir. Şekilde verilen sonuçlara göre; PVC sürtünme düzleminde Dinçer, Plastik sürtünme düzleminde Remzibey, Ahşap düzleminde Dinçer ve Galvanize sac düzleminde ise Dinçer'in % 31 tohum nem düzeyinde kullanılması durumunda statik sürtünme katsayısı diğer seçeneklere göre daha fazla bulunmuştur. Buna ilaveten PVC düzleminde Remzibey, Plastik, Ahşap ve galvanize sac düzlemlerinde ise Balcı çeşidi en düşük statik sürtünme katsayılarına sahip olmuştur (Çizelge 3.5).



Şekil 3.5. Çeşitlerin farklı sürtünme yüzeyi ve nem içeriklerindeki statik sürtünme katsayıları

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu araştırmada aspir çeşitlerinin farklı sürtünme düzlemleri ve farklı nem içeriklerinde statik sürtünme katsayılarındaki değişimler incelenmiş ve elde edilen temel sonuçlar aşağıda sıralanmıştır;

1. Araştırmada kullanılan aspir eşitleri arasında en yüksek statik sürtünme katsayısı değeri Dinçer çeşitinde elde edilmiştir.
2. Tohum nem içeriğinin artışına paralel olarak statik sürtünme katsayı değerlerinde de doğrusal bir artış belirlenmiştir.
3. Galvanize sac malzemededen yapılan sürtünme düzeyindeki statik sürtünme katsayısı diğer düzeylere göre düşük bulunmuştur.
- 4.

#### 5. Kaynaklar

- Carman, K., (1996). Some physical properties of lentil seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 63, 87—92.
- Chung J. H. and Verma, L. R. (1989). Determination of friction coefficients of beans and peanuts. *Transactions of the ASAE*, 32(30): 745—750.
- Gupta, R. K. and Prakash, S., (1992). The effect of seed moisture content on the physical properties of JSF-1 safflower. *Journal of Oilseeds Research*, 9, 209—216
- Joshi, D. C., Das, S. K., Mukherjee, R.K. (1993). Physical properties of pumpkin seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 54, 219—229
- Lawton, P. J., (1980). Coefficients of friction between cereal grain and various silo wall materials. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 25(1), 75—86.
- Mohsenin, N. N., (1980). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*, New York: Gordon and Breach.
- Singh, K. K., Goswami, T. K. (1996). Physical properties of cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64, 93—98
- Singh, K.K. and Goswami, T. K., (1996). Physical properties of cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64, 93—98.
- Tsang-Mui-Chung M., Verma, L. R. and Wright, M.E.A. (1984). A device for friction measurement of grains. *Transactions of the ASAE*, 27(6), 1938—1941.
- Visvanathan, R., Palanisamy, P.T., Gothandapani, L., Sreenarayanan, V.V. (1996). Physical properties of neem nut. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 63, 19—26.

## ÜLKEMİZDE TARIM İLAÇLARI KULLANIMI VE SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜ İÇİN SORUNLARI

**Harun ARSLAN**  
**Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Erzurum/TÜRKİYE**

### ÖZET

Dünya’da hızla artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarının karşılanması için üretimin de artırılması gerekmektedir. Dünyadaki tarım alanlarının bu oranda artırılması mümkün olmadığı için, birim alandan en fazla verimin alınması önemlidir. Mevcut tarım arazilerinin daha etkin kullanılması için yeşil devrim olarak nitelendirilen tarım ilaçlarının kullanılması artık tarımın vazgeçilmezleri arasındadır. Bu derlemede ülkemizdeki pestisit kullanımı ele alınıp su ürünleri sektörü için olası sorunlar ve çözüm önerileri sunulmaya çalışılacaktır.

Dünya’da tarım ilaçları üretimi 3 milyon tondan fazladır ve 30 milyar dolar civarında ekonomiye sahiptir. Gelişmiş ülkelerde dekar başına ilaç kullanımı 35 kilograma kadar çıkarken ülkemizde 0,5 kg dolaylarında ve daha çok polikültür tarımın yapıldığı Akdeniz ve Ege bölgelerinde yoğun olduğu görülmektedir. Bununla birlikte meyve sebze üreticilerinin bilinçsiz ve aşırı ilaç kullanımı nedeni ile ihracatta problemlerin olduğu görülmektedir ve ekonomik kayıplar yaşanmaktadır. Kullanılan ilaçların büyük bölümünü ise herbisitler ve insektisitler oluşturmaktadır. Bu ilaçların yapısı kolay bozulmayıp sucul ortama ulaştıkları zaman sucul canlıları olumsuz etkilemektedir.

Akıllı tarım modellerinin geliştirilmesi, bilinçli çiftçilerin sayısının artırılması ve kamu spotlarının oluşturulması ile ülkemizdeki tarım problemlerinin hızla aşılabileceği ve ekonomiye ciddi katkılar sağlanabileceği açık bir gerçektir. Dolayısı ile ilaçların su kaynaklarına ulaşmasının engellenmesi de sucul ekosistemin geleceği açısından çok önemlidir.

**Anahtar Kelimeler: Tarımsal ilaçlar, Sucul ekosistem**

**USE OF AGRICULTURAL PESTICIDES AND PROBLEMS FOR AQUATIC  
SECTOR IN TURKEY**

**Harun ARSLAN**  
**Ataturk University Fisheries Faculty Erzurum/TURKEY**

**ABSTRACT**

Agricultural production needs to be increased in order to supply the nutritional needs of the rapidly growing population in the World. Since it is not possible to increase the agricultural areas in the World at this rate, it is important to obtain the most efficiency from the unit area. The use of agricultural pesticides, which are considered as green revolution for the more efficient use of existing agricultural land, is now among the indispensables of agriculture. In this review, the pesticide usage in our country will be discussed and possible problems and solutions will be offered for the aquaculture sector.

Pesticides production in the World is more than 3 million tons and has an economy of 30 billion dollars. Chemical use per decar in developed countries is up to 35 kilograms, while in our country it is seen that it is around 0.5 kg and more intense in the Mediterranean and Aegean regions where polyculture agriculture is made. However, there are problems in exports due to unconscious and excessive use of pesticides by fruit and vegetable producers and there are economic losses. Most of the pesticides used are herbicides and insecticides. The structure of these chemicals does not deteriorate easily and they affect the aquatic life negatively when they reach the aquatic environment.

It is a clear fact that the agricultural problems in our country can be rapidly overcome and serious contributions can be made to the economy with the development of intelligent agricultural models, increasing the number of conscious farmers and the creation of public spots. Therefore, the prevention of the access of pesticides to water resources is very important for the future of the aquatic ecosystem.

**Key Words: Pesticides, Aquatic ecosystem**

## HEMŞİRELERİN PROFESYONEL BENLİK ALGILARININ VE MESLEKİ BAĞLILIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Arş. Gör. Burcu ALAÇAM, Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül SARIOĞLU KEMER,  
Arş. Gör. Serpil ÖZCAN  
Atatürk Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Hemşirelikte Yönetim AD

### ÖZET

#### Giriş

Profesyonel benlik kavramı hemşirelerin temelde var olan kişisel benlik kavramları ile mesleki özelliklerin bütünleşmesi olarak tanımlanmaktadır. Mesleki bağlılık ise, çalışanın mesleğiyle olan duygusal bağı ve o meslekteki kalma isteğidir. Bu çalışmada hemşirelerin profesyonel benlik algıları ile mesleki bağlılık düzeylerinin değerlendirmesi amaçlanmıştır.

#### Gereç Yöntem

Araştırma, Erzurum il merkezinde yer alan bir üniversite hastanesinde çalışan 288 hemşire ile tanımlayıcı tasarımda gerçekleştirilmiştir. Veri toplama aracı olarak hemşirelerin kişisel ve mesleki özelliklerini tanımlamaya yönelik 9 sorudan oluşan “Anket Formu”, “Hemşirelerin Profesyonel Benlik Kavramı Ölçeği” ve “Mesleki Bağlılık Ölçeği” kullanılmıştır. Veriler 01 Ocak- 20 Mart 2019 tarihlerinde araştırmacılar tarafından toplanarak betimleyici analizler, bağımsız gruplarda t testi, ANOVA, Mann-Whitney U ve Kruskal Wallis testleriyle değerlendirilmiştir.

#### Bulgular

Hemşirelerin % 71.’i kadın, % 51.4’ü evli, % 37.5’i, 25-29 yaş grubunda bulunmaktadır. Ayrıca hemşirelerden % 22.9’u ise hemşireliği kutsal bir meslek olarak gördüğü, % 30.6’sı ailesi istediği, % 46.5’i ise iş bulmak kolay olduğu için bu mesleğe geldiğini belirtmiştir. Hemşirelerin Profesyonel Benlik Saygısı Ölçeği toplam puanı  $109.66 \pm 15.28$  iken, hemşirelerin Mesleki Bağlılık Ölçeği toplam puan ortalaması  $4.12 \pm 0.76$  olarak tespit edilmiştir. Hemşirelerden 5 yıl ve üzeri deneyime sahip olanların (MWU=-1.600; p=0.011) ve aile isteği ile mesleğe gelenlerin (MWU=4609.50; p=0.006) Mesleki Yetkinlik düzeyleri diğer gruplardan anlamlı şekilde yüksektir Ayrıca dahili birimlerde çalışan hemşirelerin Devamlılık Bağlılığı puanları cerrahi birimlerde çalışanlardan daha yüksektir (F=3.442; p=0.033).

#### Sonuç

Hemşirelerin profesyonel benlik saygısı ve mesleğe bağlılık düzeylerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Hemşireliği iş imkanı olarak değerlendirmek hemşirelerin mesleki yetkinliklerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca mesleki deneyim arttıkça hemşirelerin mesleki yetkinlikleri de artmaktadır.



**Anahtar Kelimeler:** *Hemşirelik, Mesleki Bağlılık, Profesyonel Benlik Algısı*

## **ABSTRACT**

### **Introduction**

The concept of professional identity is defined as “the integration of nurses’ own identity and the professional characteristics they have adapted from their years of study to their starting the occupation”. Professional commitment is an employee’s emotional bond with his/her profession, internalization of the profession and the will to stay in the profession. The aim of this study is to assess professional identity and occupational commitment levels of nurses.

### **Material-Method**

The study was conducted in the province of Erzurum with 288 nurses who were working in a university and a state hospital and who agreed to participate in the study by using a descriptive design. “Professional Self-Concept Scale for Nurses” and “Profession Commitment Scale” were used as data collection tools. The data collected between January 01 and March 20, 2019 were assessed by the researchers by using descriptive, t test, ANOVA, Mann-Whitney U ve Kruskal Wallis analyses.

### **Results**

When the nurses’ sociodemographic features were examined, it was found that 71% of the nurses were female, 51.4% were married. 22.9% of the nurses stated that they considered nursing as a holy profession, 30.6% stated that they chose this profession because their families wanted them to and 46.5% stated that they chose the profession because it is easy to find a job. While the nurses’ Professional Identity Scale total score was  $109.66 \pm 15.28$ , their Professional Commitment Scale total score average was found as  $4.12 \pm 0.76$ . Professional competence scores of nurses who had an experience of 5 years and longer were found to be significantly higher than those of nurses who had an experience of between 1-4 years ( $t = -2.035$ ;  $p = 0.043$ ). Professional competence scores of nurses who chose the profession because of their families wish were significantly higher than those of nurses who chose the profession because it is easy to find a job (MWU=4609.50;  $p = 0.006$ ). In addition, continuity commitment of nurses who worked in internal units were higher than those of the nurses who worked in surgical units ( $F = 3.442$ ;  $p = 0.033$ ).

### **Conclusion**

Nurses were found to have high professional identity and professional commitment levels. Nurses working in internal branches were found to feel more commitment when compared with those working in surgical units. Assessing nursing as a professional opportunity has a

negative influence on professional competence. In addition, nurses' professional competence increases as their professional experience increases.

**Key Words:** *Professional Commitment, Nursing, Professional Identity*

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, işletmelerin yoğun rekabet ortamında ayakta kalabilmesi ve rekabet üstünlüğünü koruyabilmesi için sahip oldukları en önemli kaynak olan insan iş gücünü etkin ve verimli şekilde kullanması gerekmektedir. Örgütler, kurumlarında hem ileri mesleki donamına sahip çalışanları istihdam etmek hem de çalışanı kurumda/ meslekte tutabilmek için çaba harcamaktadır (Uğur, 2014).

Profesyonel statü elde etmek tüm disiplinlerde önemli bir hedef olarak görülür. Pek çok disiplin gibi hemşirelik mesleği de profesyonelleşme çabasını yoğun bir şekilde sürdürmektedir. Hemşireliğin profesyonel bir meslek olabilmesi için de, meslek üyelerinin profesyonel niteliklerinin ve mesleki bağlılıklarının gelişmiş olması gerekmektedir (Sabancıoğulları vd.,2011; Çetinkaya vd., 2015; Ceylan ve Anbar, 2014). Profesyonel benlik kavramı, profesyonel bir kimliği teşvik eden deneyimlerden doğan tutum ve benlik kavramından gelişir (Kelly ve Courts, 2007). Profesyonel benlik, hemşirelik uygulamalarında vazgeçilmez bir noktadır ve hemşireliğin meslekleşmesi için temel oluşturmaktadır (Sabancıoğulları ve Doğan, 2014).Profesyonel benlik kavramı, genel olarak meslekle özdeşleşme, kişinin kendisini bir disiplinin ya da mesleğin üyesi olarak algılaması olarak tanımlanmaktadır (Arthur ve Randle, 2007; Karadağ vd., 2013; Karabulutlu vd., 2019).Başka bir ifadeyle profesyonel benlik kavramı, hemşirenin bir hemşire gibi davranması ve bir hemşire olarak algılanması ile ilgili kavramdır. (Çöplü ve Kartın, 2018)

Hemşirelerin profesyonel niteliklerinin ve profesyonel benliklerinin gelişimi, hemşirelik öğrencilerinin mesleki eğitime girmesi ile başlar, eğitim dönemi bitinceye kadar önemli derecede gelişir ve çalışma yaşantısı boyunca da klinik deneyim ile gelişmeye devam eder (Kelly, S. ve Courts, 2007; Sabancıoğulları vd.,2011; Sabancıoğulları ve Doğan, 2014; Çöplü ve Kartın, 2018; Karabulutlu vd., 2019; Wang vd., 2019). Bu süreçte hemşirelerin profesyonel benliklerinin gelişmemesi ya da yetersiz gelişmesi; mesleki konularda söz sahibi olamama, meslek standartlarını ve hemşirelik rolünü etkili ve verimli bir şekilde yerine getirememe, mezuniyet sonrası çalışma ortamına adapte olamama, diğer meslek üyeleri tarafından kabul görmeme gibi sorunlara neden olmaktadır. Fakat profesyonel benlik yeterli düzeyde gelişmiş ise meslek üyesinin, sağlık ekibi içerisinde etkili hizmet verdiği, nitelikli hasta bakımı

sunduğu, klinik uzmanlık geliştirmede yetkin olduğu, mesleki doyum ve memnuniyetin arttığı, tüklenmişliğin ve işten ayrılmaların azaldığı, toplumda, sağlık bakım ortamlarında ve politikalarda, mesleği güçlü bir şekilde temsil ettiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmaktadır. Bu nedenle profesyonel hemşirelik uygulamalarının etkili ve verimli bir şekilde yerine getirilmesi, hemşirelerin profesyonel benliklerinin yeterli düzeyde gelişmesi ile mümkün olacaktır (Sabancıoğulları vd.,2011; Karabulutlu vd., 2019; Wang vd., 2019; Sabancıoğulları ve Doğan, 2014).

Mesleki bağlılık ise, çalışanın mesleğiyle olan duygusal bağı ve bir kişinin mesleğinin değerlerine olan inancı, bunu benimsemesi ve o meslekteki varlığını koruma isteği olarak tanımlanmaktadır. (elik ve Yıldız, 2018) (Van der Heijden vd., 2009).Mesleki bağlılık, kişinin mesleği ile arasında geliştirdiği psikolojik ilişki ve mesleğine yönelik verdiği duygusal tepkilerden oluşmaktadır (Naktiyok ve Ağırman, 2016).Hemşirelik mesleki bağlılığın çok önemli olduğu bir meslek grubudur. Sadece maddi kazanç sağlama isteğinin dışında da bir bağlılık gerektirmektedir.Seçtiği mesleğe uygun nitelikleri taşıyan kişiler mesleklerini benimsemekte zorluk yaşamazlar, mesleklerine karşı kuvvetli bir bağlılık ve güven duygusu hissederler vesahip oldukları meslekten dolayı gurur duyarlar(Naktiyok ve Ağırman, 2016; elik ve Yıldız, 2018). Böylece mesleki bağlılığı güçlü olan kişilerin, meslektaşları ile bilgilerinin paylaşma konusunda daha olumlu bir tutum sergilemelerinin yanı sıra çalışma ortamındaki motivasyonu da artıracakları yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Aktaş ve Gürkan, 2015;etin vd., 2016).

Profesyonel benliğin ve mesleki bağlılığın hemşirelerin davranışları ve uygulamalarında vazgeçilmez olması nedeniyle, hemşirelerin profesyonel benlik gelişimlerini ve mesleki bağlılıklarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinin önemli olduğu söylenebilir. (Sabancıoğulları ve Doğan, 2014) Literatürde, mesleki eğitimden itibaren oluşmaya başlayan profesyonel benlik kavramının iş doyumunu, takım çalışmasına yatkınlık, iş performansında artış gibi örgütsel davranış konularıyla olumlu ilişki içinde olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Budak, 2004; Cowin vd, 2008; Hensel ,2012, Hoeve vd.,2013). Ancak yapılan literatür incelenmesinde hemşirelerin profesyonel benlik kavramı ile mesleki bağlılık düzeyleri arasındaki ilişkiyi doğrudan ortaya koyan bir araştırma bulgusuna rastlanmamıştır. Bu ihtiyaçtan hareketle bu araştırmada hemşirelerin profesyonel benlik algıları ile mesleki bağlılık düzeyleri arasındaki belirlemek amacıyla tanımlayıcı tasarımda planlanmıştır.

## **2. GEREÇ VE YÖNTEM**

### **2.1. Araştırmanın Tipi**

Araştırma tanımlayıcı tasarımda gerçekleştirilmiştir.

## 2.2. Araştırmanın Yeri-Zamanı-Örnekleme

Araştırma verileri 01 Ocak- 20 Mart 2019 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezinde görev yapan ve araştırmaya katılmayı kabul eden 288 hemşireden elde edilmiştir.

## 2.3. Veri Toplama Araçları ve Analiz

Araştırmada veri toplama aracı olarak hemşirelerin kişisel ve mesleki özelliklerini tanımlamaya yönelik 9 sorudan oluşan anket formu ile Hemşirelerin Profesyonel Benlik Kavramı Ölçeği, Mesleki Bağlılık Ölçeği kullanılacaktır.

*Hemşirelerin Profesyonel Benlik Kavramı Ölçeği (HPBKÖ):* Sabancıoğulları ve arkadaşları (2011) tarafından klinik hemşirelerin profesyonel benlik kavramlarını belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçek “mesleki memnuniyet”, “mesleki yetkinlik” ve “mesleki tutum ve beceri” olmak üzere üç alt boyuttan ve 36 sorudan oluşmaktadır. Katılımcılardan anket maddelerini 1-Hiç katılmıyorum.....4-Çok katılıyorum şeklinde dördümlü likert derecelendirmesine göre değerlendirmeleri istenmektedir. Ölçek puanı tüm maddelerin toplanması ile elde edilmektedir. Ölçek puanının yüksek olması hemşirelerin benlik algısının yüksek olduğunu göstermektedir. Sabancıoğulları, Doğan ve Bircan (2011) tarafından yapılan güvenilirlik çalışması sonucunda, Cronbach Alpha değeri mesleki memnuniyet boyutu için 0.80, mesleki yetkinlik boyutu için 0.82, mesleki tutum ve beceri boyutu için 0.80 ve ölçek geneli için 0.87 olarak bulunmuştur.

*Mesleki Bağlılık Ölçeği:* Araştırmada hemşirelerin mesleki bağlılık düzeyini belirlemek amacıyla Meyer ve arkadaşları (1993) tarafından geliştirilen, Tak ve Çiftçioğlu (2008) tarafından Türkçe geçerlilik güvenilirliği yapılan Mesleki Bağlılık Ölçeği kullanılmıştır. Ölçek duygusal mesleki bağlılık, mesleki devamlılık bağlılığı ve normatif mesleki bağlılık olmak üzere üç boyut ve her boyutta altı ifade olmak üzere toplam 18 maddeden oluşmaktadır. Yedili likert tarzında (1-Kesinlikle katılmıyorum.....7-Kesinlikle katılıyorum) derecelendirilmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler, araştırmacılar tarafından bilgisayar ortamına aktarılarak, analiz edilmiştir. Verilerin analizi için betimleyici analizler, bağımsız gruplarda t testi, ANOVA, Mann-Whitney U ve Kruskal Wallis testleri kullanılmıştır.

## 2.4. Araştırmanın Etik İlkeleri

Araştırmaya başlamadan önce, Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan etik onay ve araştırmanın yapılacağı kurumlardan yazılı izin alınmıştır. Araştırma verilerini toplamaya başlamadan önce; hemşirelere araştırma hakkında bilgi verilmiş ve 'Bilgilendirilmiş Onam Formu' doldurulmuştur. Elde edilen bilgiler ve cevaplayanın kimliği gizli tutulmuş ve sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda araştırmada kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Hemşirelerin sosyo-demografik özelliklerine bakıldığında, hemşirelerin % 71.'i (206) kadın, % 51.4'ü (148) evli, % 37.5'i (108) 25-29 yaş grubunda bulunmaktadır. Ayrıca hemşirelerin % 58'i (167) lisans mezunu, % 58.3'ü (168) 5 yıl ve üzeri mesleki deneyime sahip, % 40.3'ü (116) dahili birimlerde görev yapmaktadır. Hemşirelerden % 22.9'u (66) ise hemşireliği kutsal bir meslek olarak gördüğü, % 30.6'sı (88) ailesi istediği, % 46.5'i (134) ise iş bulmak kolay olduğu için bu mesleğe geldiğini belirtmiştir.

Hemşirelerin Profesyonel Benlik Saygısı Ölçeği toplam puanı  $109.66 \pm 15.28$  iken, alt boyutlardan Mesleki Memnuniyet puanı  $14.32 \pm 3.57$ , Mesleki Tutum ve Beceriler puanı  $73.12 \pm 9.90$  ve Mesleki Yetkinlik puanı  $22.21 \pm 3.76$ 'dır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Hemşirelerin Profesyonel Benlik Kavramı Ölçeği Puan Ortalamaları

Alt Boyutlar	N	Min.	Max.	Ort.	SS
Mesleki Memnuniyet	288	5.00	20.00	14.32	3.576
Mesleki Yetkinlik	288	10.00	28.00	22.21	3.769
Mesleki Tutum ve Beceri	288	41.00	95.00	73.12	9.903
<b>Profesyonel Benlik Kavramı Ölçeği</b>	<b>288</b>	<b>61.00</b>	<b>142.00</b>	<b>109.66</b>	<b>15.289</b>

Ayrıca hemşirelerin Mesleki Bağlılık Ölçeği toplam puan ortalaması  $4.12 \pm 0.76$  iken, ölçek alt boyutlardan Duygusal Bağlılık puan ortalaması  $3.91 \pm 0.84$ , Normatif Bağlılık  $4.22 \pm 1.02$ , Devamlılık Bağlılığı puan ortalaması ise  $4.24 \pm 1.21$  olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Hemşirelerin Mesleki Bağlılık Ölçeği Puan Ortalamaları

Alt Boyutlar	N	Min.	Max.	Ort.	SS
Duygusal Mesleki Bağlılık	288	1.67	7.00	3.91	0.849

Normatif Mesleki Bağlılık	288	1.00	7.00	4.22	1.027
Devamlılık Mesleki Bağlılık	288	1.00	7.00	4.24	1.210
<b>Mesleki Bağlılık Ölçeği</b>	<b>288</b>	<b>1.94</b>	<b>6.89</b>	<b>4.12</b>	<b>0.766</b>

Hemşirelerden 5 yıl ve üzeri deneyime sahip olanların Mesleki Yetkinlik puanları 1-4 yıl deneyime sahip olanlardan anlamlı şekilde yüksektir (MWU=-1.600; p=0.011). Aile isteği ile mesleğe gelen hemşirelerin Mesleki Yetkinlik düzeyleri iş bulma imkanı rahat olduğu için mesleği tercih edenlerden anlamlı şekilde yüksektir (MWU=4609.50; p=0.021)(Tablo 3).

**Tablo 3.** Profesyonel Benlik Kavramı Ölçeği Puanlarının Hemşirelerin Tanımlayıcı Özellikleriyle Karşılaştırması

Tanımlayıcı Özellikler	n	Mesleki Memnuniyet	Mesleki Yetkinlik	Mesleki Tutum ve Beceri	Profesyonel Benlik Kavramı Ölçeği
		Ort±SS	Ort.Sıra(Med)	Ort± SS	Ort± SS
<b>Mesleki Deneyim</b>					
0-4 yıl deneyim	120	14.17± 3.501	135.27(21.00)	72.30±9.950	108.40±15.097
5 yıl ve üzeri deneyim	168	14.43± 3.635	151.09(22.00)	73.71±9.857	110.74±15.329
		t=-0.606 p=0.545	<b>MWU=-1.600</b> <b>p=0.011</b>	t=-1.196 p=0.233	t=-1.283 861p=0.201
		Ort±SS	Ort.Sıra(Med)	Ort.Sıra(Med)	Ort.Sıra(Med)
<b>Mesleği Tercih Nedeni</b>					
Kutsal bir meslek olması(1)	66	14.69±3.410	135.55(21.00)	152.89(74.00)	151.39(108.50)
Aile isteği(2)	88	14.26±3.776	164.94(23.00)	151.11(74.50)	152.41(112.00)
İş bulma kolaylığı(3)	134	14.18±3.535	135.48(21.00)	136.03(72.00)	135.91(107.00)
		F=0.469 p=0.626	<b>x<sup>2</sup><sub>K-W</sub>=7.742</b> <b>p=0.021</b>	x <sup>2</sup> <sub>K-W</sub> =2.612 p=0.271	x <sup>2</sup> <sub>K-W</sub> =2.673 p=0.263
İleri test (MWU)			2>3		

Ayrıca dahili birimlerde çalışan hemşirelerin Devamlılık Bağlılığı puanları cerrahi birimlerde çalışanlardan daha yüksektir (F=3.442; p=0.033)(Tablo 4).

**Tablo 4.** Mesleki Bağlılık Ölçeği Puanlarının Hemşirelerin Tanımlayıcı Özellikleriyle Karşılaştırması

Tanımlayıcı Özellikler	n	Duygusal	Normatif	Devamlılık	Mesleki
		Mesleki	Mesleki	Mesleki	Mesleki
		Bağlılık	Bağlılık	Bağlılık	Bağlılık Ölçeği
		Ort±SS	Ort± SS	Ort± SS	Ort± SS
<b>Çalışılan Birim</b>					
Yoğun Bk/Ameliyathn.(1)	68	3.95±0.838	4.34±0.978	4.10±1.191	4.13±0.743
Dahili Birimler(2)	104	3.86±0.848	4.25±1.028	4.48±1.053	4.20±0.735
Cerrahi Birimler(3)	116	3.94±0.861	4.12±1.053	4.09±1.324	4.05±0.807
		F=-0.606	F=0.979	<b>F=3.442</b>	F=0.942
		p=0.545	p=0.377	<b>p=0.033</b>	p=0.391
İleri test (Tukey)				<b>2&gt;3</b>	

#### 4. SONUÇ

Araştırma sonucunda hemşirelerin profesyonel benlik saygısı ve mesleğe bağlılık düzeylerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Dahili birimlerde çalışan hemşireler mesleklerine cerrahi birimde çalışan meslektaşlarına göre daha fazla bağımlılık hissetmektedir. Ayrıca hemşireliği iş imkanı olarak değerlendirmek hemşirelerin mesleki yetkinliklerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca mesleki deneyim arttıkça hemşirelerin mesleki yetkinlikleri de artmaktadır.

Araştırma sonuçları doğrultusunda hemşirelerin mesleki bağlılık ve benlik saygılarının yüksek kalmasını sağlayacak motivasyon içerikli eğitim, seminer ve araştırma faaliyetlerinin düzenlenmesi önerilmektedir. Ayrıca hemşirelik mesleğinin lise ve lisans eğitimindeki bireylere daha etkin olarak tanıtılması mesleği bilinçli olarak tercih edenlerin sayısını artıracaktır. Son olarak çalışmanın daha büyük örneklerde yapılmasının faydalı ve gerekli olduğu düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Aktaş, H., & Gürkan, G. Ç. (2015). İş-Aile ve Aile-İş Çatışması ile Bireysel Performans Etkileşiminde Mesleki Bağlılığın Aracı Rolü: Hemşireler Üzerinde Bir Araştırma. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 16(2), 139-154.
- Arthur D, Randle J (2007). The Professional Self-Concept of Nurses: A Review of The Literature From 1992-2006, *Australian Journal of Advanced Nursing*, 24-3.
- Budak, G. (2004) *İşletme Yönetimi*, İzmir, Barış Yayınları, Fakülteler Kitabevi.
- Ceylan, A. ve Anbar, A. (2014). *Modern İşletmecilik*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Cowin LS, Johnson M, Craven R, Marsh H (2008). Causal Modeling of Self-Concept, Job Satisfaction, and Retention of Nurses, *International Journal of Nursing Studies* 45: 1449–1459.

- Çelik, M., & Yıldız, B. (2018). Hemşirelerde Mesleki Bağlılık, Özdeşleşme ve İşten Ayrılma Niyeti İlişkisi: Kamu Sektörü ve Özel Sektör Karşılaştırması. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(2), 47-75.
- Çetin, A., Erenler, E., & Şentürk, M. (2016). Mesleki Bağlılık ve Mesleki Öz-yeterlik Algısının Bilgi Paylaşma Davranışına Etkisi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(2), 289-316.
- Çetinkaya, A., Özmen, D., & Temel, A. B. (2015). Hemşirelikte Mesleğe Bağlılık Ölçeği' nin Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 8(2).
- Çöplü, M., & Tekinsoy Kartın, P. (2018). Professional Self-Concept and Professional Values of Senior Students of The Nursing Department. *Nursing Ethics*, 1-11.
- Hensel D (2012). Relationships Among Nurses' Professional Self-Concept, Health, and Lifestyles, *Western Journal of Nursing Research* 33(1) 45–62
- Hoeve Y ten, Jansen G, Roodbol P (2013). The Nursing Profession: Public Image, Self-Concept and Professional Identity. A Discussion Paper, *Journal of Advanced Nursing* 70(2), 295–309.
- Karabulutlu, E. Y., Oruç, F. G., & Turan, G. B. (2019) Öğrencilerin Hemşirelik Eğitimi Sürecinde Yaşadıkları Stresin Profesyonel Benlik Gelişimlerine Etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1), 10-17.
- Karadağ A, Addis G, Çalışkan N, Baykara Z, Sezgin F (2013). A Longitudinal Study of Perceptions of Self-Concept and Professional Self-Concept in Turkish Nursing Students. *International Journal of Human Sciences*, 10(1), p.1355.
- Kelly, S., & Courts, N. (2007). The Professional Self-Concept of New Graduate Nurses. *Nurse Education in Practice*, 7(5), 332-337.
- Naktiyok, A., & Ağırman, Ü. H. (2016). İş Odaklı Duygusal Emek ve Duygusal Tükenme Arasındaki İlişide Çalışan Odaklı Duygusal Emek ve Mesleki Bağlılığın Aracılık Etkisi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(4).
- Sabancıoğulları, S., & Doğan, S. (2014). Bir Üniversite Hastanesinde Çalışan Hemşirelerin Profesyonel Benlik Gelişim Düzeyleri Ve Etkileyen Faktörler. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17(1), 15-22.
- Sabancıoğulları, S., Doğan, S., & Bircan, H. (2011). Klinik Hemşireleri İçin Profesyonel Benlik Kavramı Ölçeği (HPBKÖ): Geliştirilmesi, Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 3(1), 16-28.
- Uğur, E (2014). Hemşirelerin Eğitimi ve Geliştirilmesi. Baykal. Ü. Türkmen. (Ed.), *Hemşirelik Hizmetleri Yönetimi*. İstanbul: Akademi Yayın, 478-504.
- Wang, M., Guan, H., Li, Y., Xing, C., & Rui, B. (2019). Academic Burnout and Professional Self-Concept of Nursing Students: A Cross-Sectional Study. *Nurse Education Today*, 77, 27-31



## ERZURUM İLİNDE GEBELERDE RUBELLA, CMV VE TOKSOPLAZMOZİS ENFEKSİYONLARININ SEROPREVALANSI

Mehtap Hülya ASLAN<sup>1</sup>, Murat ALADAĞ<sup>2</sup>

1 Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi

2 Erzurum Nenehatun Kadın hastalıkları ve Doğum Hastanesi

### ÖZET

Gebelik sırasında annenin geçirdiği enfeksiyon etkenlerinden bir çoğu plasentayı geçerek intrauterin veya fetal enfeksiyona neden olmaktadır. Gebelikte geçirilen ve konjenital anomalilere neden olan bu enfeksiyonlar, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde perinatal morbidite ve mortalitenin en önemli nedenlerinden biridir. TORCH grubu olarak bilinen ajanların içerisinde yer alan Toxoplasma gondii, Rubella ve Cytomegalovirus(CMV) ile oluşacak enfeksiyonlar gebelik döneminde fetüse geçerek intrauterin enfeksiyonlara, konjenital anormalilere ve mortaliteye sebep olduklarından dolayı anne-çocuk sağlığı yönünden günümüzde hala önemini korumaktadırlar. Kadınlarda enfeksiyon, gebelik döneminde fetal enfeksiyona neden olabilmesi açısından önemlidir. Anne adayı veya doğacak bebeklerde oluşacak enfeksiyonlar hem maddi hem de manevi açıdan büyük hasarlar oluşturmaktadır. Toplumda konjenital enfeksiyon açısından risk oluşturan bireyler doğurganlık çağındaki seronegatif kadınlardır. Prenatal tanı tekniklerinin gelişmesi ile de anne karnında, fetal enfeksiyon tanısını koyabilme olanağı doğmuştur. Günümüzde, fetal enfeksiyonların prenatal dönemde tanınmasına yönelik yaklaşımların artması, fetus enfeksiyonları konusunda daha doğru ve fazla bilgilere ulaşmamıza, gereksiz yere gebelik sonlandırılmalarının azalmasına ve fetusun tedavisi anlayışının gelişmesine neden olmuştur. Bizde bu çalışmada 1 Ocak 2018-31 Aralık 2018 tarihleri arasında Erzurum ilinde Nenehatun Kadın Hastalıkları ve Doğum Hastanesi Mikrobiyoloji laboratuvarına gönderilen serumlarda çalışılan TORCH grubu enfeksiyonlarından Rubella, CMV ve Toksoplazmozisin görülme sıklığını araştırdık. Serolojik testler mikroELISA yöntemiyle Radim Diagnostik Alisei QS cihazında üretici firmanın önerileri doğrultusunda çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gebe,Rubella,Toksoplazmozis, CMV,

## ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the seroprevalence of Rubella, CMV and Toxoplasmosis in pregnant women living in Erzurum. In this study, it was aimed to investigate the seroprevalence of Rubella, CMV and Toxoplasmosis from TORCH group infections in the serum sent to Nenehatun Gynecology and Obstetrics Hospital microbiology laboratory between January 1, 2018 and December 31, 2018. Serological tests were performed on the Radim Diagnostics Alisei QS device by the microELISA method according to the manufacturer's recommendation. Seropositivity rates of IgM and IgG for toxoplasma, rubella and cytomegalovirus were found as Toxoplasmosis IgG: 772 (%11,7); IgM:0 ; Rubella IgG: 6310 ( %95,5) ; IgM:0 ; CMV IgG:6614 (%98,65) ; IgM:0 respectively. While we decide whether to screen for each of the three agents, we think that the current seropositivity in the area to be screened should be known, and that socioeconomic conditions and eating habits in the region should be taken into consideration.

## 1.GİRİŞ

İntrauterin enfeksiyonlar, perinatal mortalite ve morbiditenin önemli bir nedenidir. Abortusa, intrauterin ölüme, konjenital anomalilere, yenidoğan enfeksiyonlarına neden olabilecekleri gibi; ileri yaşlarda da problemlere (sağırılık, siroz vb.) yol açabilirler. Prenatal tanı tekniklerinin gelişmesi ile de anne karnında, fetal enfeksiyon tanısını koyabilme olanağı doğmuştur. Günümüzde, fetal enfeksiyonların prenatal dönemde tanınmasına yönelik yaklaşımların artması, fetus enfeksiyonları konusunda daha doğru ve fazla bilgilere ulaşmamıza, gereksiz yere gebelik sonlandırılmalarının azalmasına ve fetusun tedavi anlayışının gelişmesine neden olmuştur.( Çeltik ve ark.2014)

Toksoplazmozis; Toksoplazma gondii'nin etken olduğu parazitik bir enfeksiyondur. Konjenital Toksoplazmozlu bebeklerin %90'ı yenidoğan döneminde asemptomatiktir. İlerleyen zamanla birlikte semptomatik konjenital toksoplazmozun klasik triadı olan hidrosefali, intrakraniyal kalsifikasyonlar ve koryoretinite ilaveten mental retardasyon gibi ciddi tablolar kliniğe eşlik edebilir. Hayatı tehdit eden ve yaşam kalitesini etkileyen bu sekellerin önlenmesi için gebelerin toksoplazmoz yönünden taranması, takibi ve antenatal tedavisi büyük önem taşımaktadır.(Bakacak ve ark.2014)

Rubella aşısı ile önlenilebilir bir enfeksiyon olmasına rağmen konjenital rubellaya halen rastlanmaktadır. Bağışıklığı yetersiz gebe kadınlar için rubella potansiyel enfeksiyon kaynağı olmaktadır. Gebeliğin ilk trimestrinde meydana gelen rubella enfeksiyonu fetal enfeksiyon

riskini ve hasarı arttırmakta ve konjenital rubella sendromuna neden olmaktadır. Konjenital malformasyonlar, intrauterin büyüme geriliği (IUGR), intrakraniyal kalsifikasyonlar, mikrosefali, katarakt, kalp defektleri, embriyo veya fetusda düşük meydana gelir ve abortus veya ölü doğumla sonlanır.(Ulutürk ve ark.2010)

Sitomegalovirüs konjenital infeksiyonlar ve kalıtsal olmayan sağırlığın en sık nedenidir.(Özerol IH. 2008). Genç primer ve sosyoekonomik düzeyi düşük kadınlarda CMVözgül antikor pozitifliği artış gösterir. Konjenital CMV infeksiyonu bulunan bebeklerde sarılık, hepatosplenomegali, peteşi, mikrosefali, korioretinit, sağırlık, serebral kalsifikasyon ve birden fazla organ tutulumu olabilir.( Satılmış A.ve ark.2007)

## **2.MATERYAL VE METOD**

Bu çalışmada 1 Ocak 2018-31 Aralık 2018 tarihleri arasında Erzurum Nenehatun Kadın Hastalıkları ve Doğum Hastanesine gebelik kontrolü için gelen gebelerde TORCH grubu enfeksiyonlarından Rubella, CMV ve Toksoplazmozis serolojisini tesbit etmek amaçlanmıştır. Mikrobiyoloji laboratuvarına gönderilen serumlar, mikroELISA yöntemiyle Radim Diagnostik Alisei QS cihazında, üretici firmanın önerileri doğrultusunda çalışıldı. Gebe serumlarında Rubella IgG, Rubella IgM, Toxoplazma IgG, Toxoplazma IgM ,CMV IgG, CMV IgM antikor pozitiflik oranları retrospektif olarak araştırıldı.

## **3.BULGULAR**

Çalışmada 1 Ocak 2018-31 Aralık 2018 tarihleri arasında Nenehatun Kadın Doğum Hastanesi Laboratuvarına gelen gebe serumlarının seropozitivite oranları yüzde olarak hesaplandığında Toxoplazmosis açısından araştırılan toplam 6610 serumun, 772'sinde Toxoplazmosis IgG (%11,7) antikor pozitif, Rubella için araştırılan toplam 6610 serumun 6310'unda Rubella IgG( %95,5) antikor pozitif, CMV için araştırılan toplam 6704 serumun 6614'ünde CMV IgG (%98,65) antikor pozitif tesbit edildi. Çalışılan 6550 serumda Toxoplazmosis IgM:0 (%0.0), 6610 serumda Rubella IgM:0(%0.0), 6585 serumda CMV IgM:0(%0.0) saptandı.(Tablo .1)

	Toplam	Pozitif		Negatif	
		n	%	n	%
<b>AntiT.gondiiIg G</b>	6610	772	11.6	5840	88.3
<b>AntiT.gondiiIgM</b>	6550	0	0.0	6550	100
<b>Rubella Ig G</b>	6610	6310	95.5	300	4.5
<b>Rubella Ig M</b>	6610	0	0.0	6610	100
<b>CMV Ig G</b>	6704	6614	98.65	90	1.35
<b>CMV Ig M</b>	6585	0	0.0	6585	0.0

Tablo 1. Toksoplazma, rubella ve sitomegalovirüs seropozitif ve seronegatif olguların dağılımı

#### 4.TARTIŞMA

Genellikle belirtisiz seyreden Toxoplasma gondii, Rubella virüsü ve CMV infeksiyonları gebelerde intrauterin infeksiyon, konjenital malformasyon, intrauterin büyüme geriliği ve intrauterin ölüm gibi önemli sonuçlara neden olabilir. Bu infeksiyonların gebelikte rutin taranması hakkında tartışmalar devam etmektedir. Bazı araştırmacılar maliyet etkinliğinin düşük olması nedeniyle rutin tarama testi çalışılmasını önermemekte, bazı araştırmacılar ise bebekte ciddi doğumsal anomalilere yol açtığı için testlerin çalışılmasını önermektedir. (Obut.ark.2019)

Gebelerde bu infeksiyonların prevalansı bölgesel farklılıklar göstermektedir. Yapılan çalışmalarda seropozitiflik Anti T. gondii IgG antikor için Mardin'de %17,5, Erzurum'da %24,0, Aydın'da %30,0, Denizli' de %37,6, Konya' da %39,0, Kocaeli' de %48,3, Hatay' da %52,1, Diyarbakır'da %34,9 olarak bildirilmektedir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda seropozitiflik Anti T. gondii IgM antikor için Mardin'de %4,6,Erzurum'da %0,4, Aydın'da %2,6, Konya'da %13,4, Denizli' de %1,4, Kocaeli' de 0,4 ve Hatay'da %0,54, Diyarbakır'da %1,1 olarak bildirilmektedir.( Obut.ark.2019) Bu çalışmada Anti T. Gondii IgG pozitifliği %11,6 ve IgM antikor pozitiflik oranları %0,0 olarak Türkiye ortalamasından düşük bulunmuştur.

Rubella virüs, sıklıkla çocuklar olmak üzere tüm yaş gruplarını etkileyebilen bir infeksiyon etkenidir. Çoğunlukla asemptomatik ve/veya kendini sınırlayan döküntülü bir infeksiyona neden olan Rubella infeksiyonu, gebelikte geçirildiğinde bebekte çoklu doğumsal defektler ile seyreden Konjenital Rubella sendromuna (CRS) neden olabilir. Rubella aşısı CRS'ü önlemede oldukça etkilidir. Birçok ülke uzun yıllardır aşılama programındadır ve yüksek

Rubella seropozitiflik oranları vardır. Türkiye'de kızamıkçık aşısı 2006 yılından beri rutin aşılama programına eklenmiştir. Ülkemizde Rubella IgG seropozitivitesi % 90 civarındadır, oranı Uysal ve ark. %97,8, Tamer ve ark. %96,1, Uyar ve ark. %94,3, Aksakal ve ark. % 96,2, Köksaldı ve ark. %94,6, Dündar ve ark. %92,2, Efe ve ark. %99,5, İnci ve ark. %95, Kasap ve ark.%89.5 olarak bildirmişlerdir.(Kasap ve ark.2017) Bu çalışmada Rubella seroprevalansı %95,5 Türkiye verileri ile uyumlu bulunmuştur. Gebelerimizin henüz aşılansız popülasyondan olamamasının yanı sıra çocukluk çağı hastalığı olan Rubella'nın sosyoekonomik seviye ile ters orantılı olması çalışmamızdaki sonuçları etkilediği düşünülmektedir. Ülkemizdeki yapılan çalışmalarda Anti Rubella virüs IgM pozitifliği %0,0 ile %1,9 arasında saptanmıştır.(Aynioğlu ve ark.2015) Bu çalışmada Anti Rubellavirüs IgM pozitifliği %0,0 literatür ile uyumlu bulunmuştur.

İntrauterin CMV enfeksiyon insidansı Türkiye'de gebe kadınları kapsayan çalışmalarda oranlar; Hızel N. ve ark. tarafından %99, Uysal A. ve ark. tarafından %98,3, Köksaldı ve ark. tarafından %90, Yilmazer M. ve ark. tarafından %92, Uyar Y. ve ark. tarafından %97, Tamer G. ve ark. tarafından %96, Efe Ş. ve ark. tarafından %99,5, Kasap B.ve ark. tarafından %90,4 olarak bildirilmiştir.(Kasap ve ark.2017). Bu çalışmada, CMV IgG seropozitivitesi %98,65 olarak Türkiye verileri ile uyumlu bulunmuştur. CMV IgM seropozitivitesi %0,0 olarak bulunmuştur. Tarama yapılması ve primer CMV enfekte gebelere ileri tanı ile fetal CMV tanısı konulabilse de yaklaşım tartışmalıdır. Sonografik bulguların varlığı kötü prognozu göstermekle beraber, yokluğu normal gelişimi garantilemez. CMV spesifik hiperimmunglobulinin yararlı olabileceği düşünülmektedir fakat mutlak tedavi sağlanamamaktadır.( Moxley K.ve ark.2008)

## 5.SONUÇ

Sonuç olarak sunulan çalışmada gebe kadınların önemli bölümünün (%88,3) toksoplazma enfeksiyonuna karşı bağımsızlığı olmadığı saptanmıştır. Bu da gebelikte primer toksoplazma enfeksiyonu riskleri göze alındığında oldukça yüksektir ve gebelerde toksoplazma serolojisi takibinin önemine işaret etmektedir. Kadınların büyük çoğunluğunun (%95.5) rubella enfeksiyonlarına karşı bağımsız oldukları gözlenmiştir. Gebelikte primer enfeksiyon geçirilmesi ile ortaya çıkabilecek sorunlar düşünüldüğünde rubella enfeksiyonu açısından aşılamanın önemi ortaya çıkmaktadır. Rubella taraması seronegatif bireylerin gebelik sonrası aşı olmalarının ve gebelik sırasında bulaş açısından dikkat etmelerinin sağlanması gerekmektedir. Sunulan çalışmada CMV enfeksiyonlarına karşı kadınlarda oldukça yüksek oranda %98.6 koruyucu antikor gözlenmektedir. CMV enfeksiyonu için etkin tedavi bulunmadığından, fetal

morbidite riski düşük olduğundan ve çok az bir kısım bu virüsa duyarlı olduğundan dolayı CMV testinin gebelikte bakılmasının yararı tartışılabilir. Ancak her üç enfeksiyon ajanıyla gebelikte enfekte olunması halinde fetusta veya yenidoğanda sebebiyet verebileceği problemlerin ciddiyetinin göz önüne alınması gerektiğini, prenatal veya gebelikte ilk vizitte bu ajanlara yönelik taramanın yapılması ve uygun hastaların tedavi edilmesini önermekteyiz. Ayrıca anne adaylarının toksoplazma, rubella ve sitomegalovirüs enfeksiyonlarından korunma ve kontrol konusunda eğitilmeleri ve takip edilmeleri gerektiği kanısındayız.

## KAYNAKLAR

- 1.Çeltek ve ark.2014 Türkiye'nin Orta Karadeniz Bölgesi'nde Gebelerde Rubella, CMV ve Toksoplazmozis Seroprevalansı Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2014;6 (1):54-62
- 2.Bakacak M ve ark.2014 Gebelerde Toxoplasma gondii, rubella ve sitomegalovirüs seroprevalansı Dicle Tıp Dergisi / 2014; 41 (2): 326-331 Dicle Medical Journal doi: 10.5798/diclemedj.0921.2014.02.0425
- 3.Ulutürk R. ve Fincancı M. 2010 Doğurganlık Çağındaki Kadınlarda Toxoplasma Gondii, Rubella ve Cytomegalovirus Seroprevalansı , İstanbul Tıp Dergisi; (1) 5-8.
4. Özerol IH. 2008 Gebe kadınlarda viral enfeksiyonlar. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2008; 15(4) 291-8.
- 4.Satılmış A.ve ark.2007 CMV seroconversion in pregnants and the incidence of congenital CMVinfection. Türk J Pediatr 2007; 49; 30-6
- 5.Obut.ark.2019 Diyarbakır İlindeki Gebe Kadınlarda Toksoplazma, Rubella ve Sitomegalovirus Seroprevalansı Dicle Tıp Dergisi / Dicle Med J (2019) 46 (2)
- 6.Kasap ve ark.2017 Muğla'daki gebelerin toksoplazma, rubella, sitomegalovirüs ve hepatit prevalansının değerlendirilmesi AraştırmaTepecik Eğit. ve Araşt. Hast. Dergisi 2017; 27(1):31-36 doi:10.5222/terh.2017.031
- 7.Aynioğlu ve ark. Seroprevalence of Toxoplasma gondii , rubella and Cytomegalovirus among pregnant females in north-western Turkey. Acta Clin Belg. 2015; 70: 321-4. doi:10.1179/2295333715Y.0000000021.

8.Moxley K.ve ark.2008 Moxley K, Knudtson EJ. Resolution of hydrops secondary to cytomegalovirus after maternal and fetal treatment with human cytomegalovirus hyperimmune globulin. Obstet Gynecol 2008;111:524-52

## ÇEKİRDEK-KABUK YAPILI FONKSİYONEL NiO/SiO<sub>2</sub> NANOKOMPOZİT FOTOKATALİZÖRLERİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Arş. Gör. Dr. Hakan KIZILTAŞ<sup>1</sup>, Prof. Dr. Taner TEKİN<sup>1</sup>, Doç. Dr. Derya TEKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Malzeme Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Nikel oksit (NiO) nanoparçacıkları, geniş yüzey alanı, hızlı difüzyon hızı, yüksek adsorpsiyon özellikleri, kolay bulunabilirlik, düşük maliyet ve ayrıca farklı elektrik ve manyetik özelliklere sahip olmalarından dolayı birçok fotokataliz reaksiyonlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, saf NiO nano parçacıklarının uygulanması çoğu zaman zayıf koloidal stabilite ve zayıf kimyasal ataletsizlikten dolayı kullanılmamaktadır. Kullanımı sınırlayan bu dezavantajların üstesinden gelmek için bu çalışmada, NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA olarak kısaltılan yeni üç katmanlı bir NiO/SiO<sub>2</sub>/Polimetil metakrilat nanokompozit parçacıklarının sentezlenmesi yapılmıştır. NiO nanopartiküllerinin yüzeyi üzerindeki PMMA'dan türetilen epoksit fonksiyonelliğinin, yüksek katalitik performans için temel bir gereklilik olan substratın absorpsiyon kapasitesini artırması beklenmesi sebebiyle kullanılmıştır. Nanokompozit partiküllerin oluşumu taramalı elektron mikroskopisi (SEM, EDS) ve X-ışını difraksiyonu (XRD) ile karakterize edilerek doğrulanması sağlanmıştır. Üretilen NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanokompozit partikülleri, gözenekli kabuk yapısına sahip çekirdek-kabuk tipi morfolojiye sahiptir. UV ışığı kaynaklı, su içinde çözünür bir boya olan Rhodamine B (RB) fotokatalitik bozulması, NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanokompozit parçacıkları varlığında, bozunma verimliliği açısından değerlendirildi. Fotokatalitik deney sonuçları, sentezlenen fotokatalizörün 20 ppm'lik RB sulu çözeltisini 2 saat süre ile %86 oranında uzaklaştırıldığı elde edilmiştir. Çekirdek kabuk yapılı NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanokompozit fotokatalizörlerin fotokatalitik bozunmasının etkinliği beş denemenin sonunda çok az bir değişime uğradığı ortaya konmuştur. Sonuçlar, hazırlanan çekirdek kabuk yapılı NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanokompozit fotokatalizörünün etkin bir şekilde fotokatalizör olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** NiO, boya giderimi, fotokatalizör, fotokatalitik aktivite

### ABSTRACT

Nickel oxide (NiO) nanoparticles are widely used in many photocatalysis reactions because of their large surface area, fast diffusivity, high adsorption properties, easy availability, low cost and also different electrical and magnetic properties. In addition, the application of pure NiO nanoparticles is often not used due to poor colloidal stability and poor chemical inertia. In order to overcome these disadvantages, a new three-layer NiO/SiO<sub>2</sub>/Polymethyl methacrylate nanocomposite particles were synthesized which were abbreviated as NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA. The epoxide functionality derived from the PMMA on the surface of the NiO nanoparticles has been used because it is expected to increase the absorption capacity of the substrate, which is



a fundamental requirement for high catalytic performance. The formation of nanocomposite particles was confirmed by scanning electron microscopy (SEM, EDS) and X-ray diffraction (XRD). The produced NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanocomposite particles have a core-shell type morphology with a porous shell structure. Rhodamine B (RB) photocatalytic degradation of a UV light-induced water-soluble dye was evaluated for degradation efficiency in the presence of NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanocomposite particles. The photocatalytic test results were obtained by removing the 20 ppm RB aqueous solution of the synthesized photocatalyst for 2 hours at 86%. The efficacy of photocatalytic degradation of core-shell NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanocomposite photocatalysts has been shown to have undergone little change at the end of five trials. The results showed that the NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanocomposite photocatalyst can be used effectively as a photocatalyst.

**Keywords:** *NiO, removal of dye, photocatalyst, photocatalytic activity*

## GİRİŞ

Önemli bir geçiş metali oksit sınıfı olan nikel oksit (NiO), pil katotlarında, gaz sensörlerinde, elektrokimyasal kondansatörlerde, akıllı pencerelerde, elektrokromik filmlerde, fotovoltaiik cihazlarda, su arıtımında adsorban ve manyetik malzemelerde yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. NiO ayrıca organik sentez, farmasötik ürünler, boyarmaddeler, endüstriyel ürünler ve çevre detoksikasyonu alanlarında birçok organik ve inorganik reaksiyonda katalizör olarak faydalıdır [2].

NiO nanopartiküllerin varlığında fotokatalizle boyanın bozulmasıyla ilgili bir dizi araştırma makalesi de mevcuttur [3]. Ancak bu fotokatalizörlerin çoğu ya saf NiO nanoparçacıkları ya da SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> ya da ZnO gibi çeşitli inorganik malzemelerle bileşimleridir. Doğadaki inorganik nanokompozit partiküllerden bağımsız olarak, vander Waal'ın etkileşimi, zayıf hidrofilitliği ve işlevselliği nedeniyle çoğu zaman zayıf kolloidal stabilite yaşadığı bilinmektedir. Bu sınırlamalar çoğu zaman uygulama potansiyelini sınırlandırmaktadır. Bazen hibrit partiküller olarak tanımlanan inorganik / organik kompozit partiküllerin imalatının bu problemleri çözmesi beklenir. Ek olarak, ortaya çıkan hibrit parçacıklar inorganik ve organik malzemelerin birleşik özelliklerini sergileyecektir. Kompozit parçacıklardaki organik kısım sterik ya da elektrostatik mekanizma, hidrofilitlik, kolay işlenebilirlik ve gelişmiş işlevsellik ile kolloidal stabilite sağlayabilir [4]. İnorganik partiküllerin organik polimer ile kapsüllenmesinin de şiddetli reaksiyon koşullarında kimyasal dirençliliği ve dolayısıyla katalizde tekrar kullanılabilirliği artırması beklenir [5].

Bu çalışmada NiO nanopartiküllerinin organik ve inorganik reaksiyonlarda uygulama potansiyellerini genişletmek için yeni ve etkili bir nanokompozit fotokatalist hazırlanmıştır. NiO'nun yüzeyi, Polimetil metakrilat (PMMA) tohumlanmış polimerizasyonundan önce yüzeyi uyumlu hale getirmek için SiO<sub>2</sub> tabakası ile kaplandı. Daha sonra Rhodamine B (RB)

parçalanması için bir foto katalizör olarak NiO / SiO<sub>2</sub> / PMMA nanokompozit parçacıklarının performansı incelenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Kimyasallar

Sentez çalışmaları için etanol (Sigma Aldrich, %99,8), tetraetil ortosilikat (Sigma Aldrich, %99), amonyum hidroksit (Sigma Aldrich, %25), bakır nitrat (Sigma Aldrich, %99) kimyasalları ve distile su kullanılmıştır.

### SiO<sub>2</sub> ve SiO<sub>2</sub>/CuO sentezi

400 ml 0.6 M Ni(N<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O çözeltisi hazırlanmıştır. Riflaks sistemi altında 95°C'de 2 saat boyunca kaynatılmanın ardından, NH<sub>3</sub> çözeltisi ile pH 7 elde edilinceye kadar çözeltiye yavaşça eklendi. Elde edilen yeşil kolloid çözeltisi süzüldü ve birkaç kez deiyonize distile su ile yıkandı. Toplanan kalıntı kısım daha sonra Ni(OH)<sub>2</sub> öncül tozunu elde etmek için 10 saat boyunca 100 ° C'de kurutuldu. Nihayet NiO nanopartikülleri, 3 saat boyunca 400 ° C'de kalsine edilerek elde edildi.

1,5 gr NiO nanopartikülleri içeren ve 80 ml etanol + 20 ml diyonize sudan oluşan çözelti 15 dakika süre ile ultrasonikasyon altında karıştırılır. Homojen bir çözelti elde edilmesinin ardından 5 ml %25'lik (w/w) NH<sub>4</sub>OH eklenerek 5 dakika süreyle karıştırılmaya devam edilerek, 1 ml TEOS çözelti ortamına damlalık yardımıyla eklenir. Çözelti 3 h süreyle %45'lik amplitüd altında karıştırılmasının ardından, süzülerek ortamdaki ayrılmıştır.

1 gr yıkanmış NiO / SiO<sub>2</sub> nanokompoziti, 1 gr PMMA ve 80 mL deiyonize damıtılmış su, 70°C'deki ceketli karıştırıcıya yerleştirilmiş üç boyunlu şişeye aktarıldı. 20 ml distile su içinde çözölmüş 0,02 gr V-50 hemen ortama eklenmiş ve polimerizasyon bir azot atmosferi altında gerçekleştirilmiş, tepkime karışımı 100 rpm'de 12 saat boyunca mekanik olarak karıştırılmıştır. Üretilen NiO/SiO<sub>2</sub>/MGMA nanokompozit partikülleri, reaksiyona girmemiş monomer ve başlatıcı fragmanların çıkarılması için üç kez distile deiyonize su ile yıkandı.

### Fotokatalizörlerin Karakterizasyonu

Fotokatalizörlerin morfolojisi ve yapısal özellikleri taramalı elektron mikroskopu (SEM, FEI, Inspect S50), enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDS) ve X-ışını kırınımı (XRD, Rigaku D/Max-2200) ile karakterize edildi.

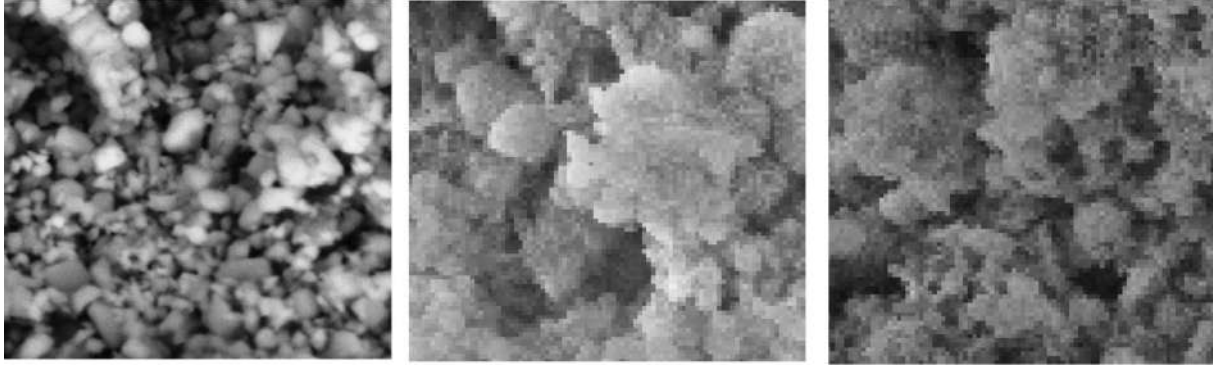
### Fotokatalitik Denemeler

Fotokatalitik denemeler 500 ml'lik bir kesikli reaktörde 400 ml, 20 mg/L'lik Rhodamine B çözeltisi hazırlanarak manyetik karıştırma (500 rpm) altında oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. 44 W/m<sup>2</sup> ışık şiddetinde 254 nm'lik Pen-ray UV- lamba ve yüksek

oranda O<sub>2</sub> konsantrasyonu sağlayabilmek için pompa vasıtasıyla hava reaktör içerisine beslenmiştir.

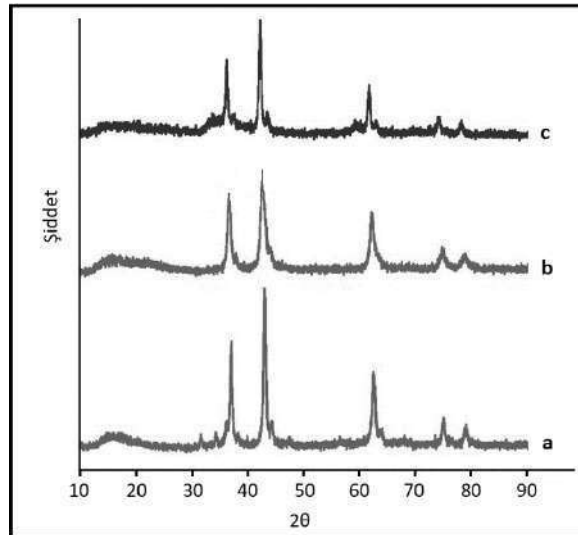
### ARAŞTIRMA BULGULARI

Üretilmiş olan NiO / SiO<sub>2</sub> / PMMA nanotüplerine ait SEM sonuçları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. (a) NiO, (b) NiO@SiO<sub>2</sub> ve (c)NiO@SiO<sub>2</sub>/PMMA fotokatalizörlerine ait SEM sonuçları

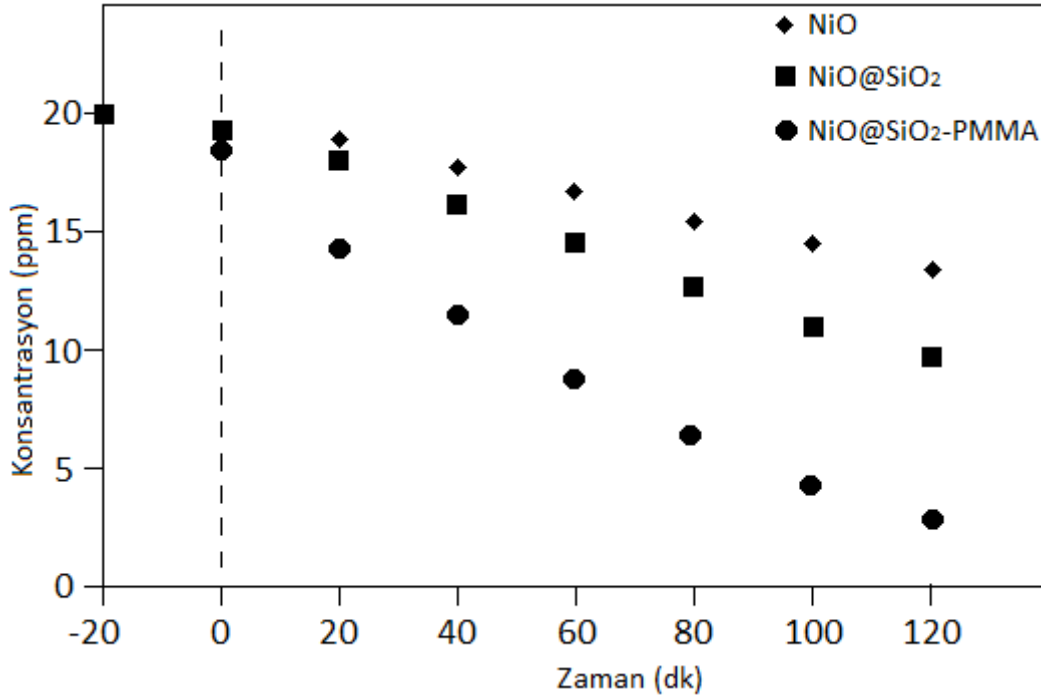
NiO partiküllerinin SEM görüntüsü, bazı nanopartiküllerin, kabaca 50-300 nm aralığında çapa sahip olduğu ve bir araya toplandıkları görülmektedir. NiO partiküllerinin SiO<sub>2</sub> ve ardından epoksit fonksiyonel PMMA ile modifikasyonu, morfolojide olduğu kadar kontrastta da önemli değişiklikler meydana getirmiştir. Hem NiO/SiO<sub>2</sub> hem de NiO/SiO<sub>2</sub>/PMMA nanokompozit taneciklerinin büyütülmüş görüntüleri, yüzeylerin bir miktar süngerimsi gibi görüldüğü için yüzeylerin gözenekli olduğunu açıkça göstermektedir.



Şekil 2. (a) NiO, (b) NiO@SiO<sub>2</sub> ve (c)NiO@SiO<sub>2</sub>/PMMA fotokatalizörlerine ait XRD sonuçları

Hazırlanan numunelerin kristallliği ve faz saflığı Şekilde 2’de gösterilen XRD analizi ile incelendi. İki teta değerinde yaklaşık 38°, 44°, 63°, 76° ve 80°’deki pikler (111), (200), (220),

(311) ve (222) kristal düzlemlerine karşılık gelen saf faz kübik NiO oluşumunu gösterir. Amorf yapıdaki SiO<sub>2</sub> için yaklaşık 23°'de geniş bir yayvan yükselme görülmektedir. Nispeten NiO / SiO<sub>2</sub> nanokompozit parçacıklarımızda, geniş yükselmenin 22°'ye hafifçe kayması ve kübik NiO'ya bağlı olarak zayıf keskin piklerin yoğunluğu genel olarak zayıf kristalini amorf SiO<sub>2</sub> tabakasının varlığını göstermektedir. NiO / SiO<sub>2</sub> / PMMA nanokompozit parçacıklarında amorf SiO<sub>2</sub> için geniş karakteristik yansıma bandı, amorf PMMA tabakası ile yüzey modifikasyonunu gösteren tohumlanmış polimerizasyonun ardından daha da düzleşmiştir.



**Şekil 3.** NiO, NiO@SiO<sub>2</sub> ve NiO@SiO<sub>2</sub> –PMMA fotokatalizörlerine ait fotokatalitik deneme sonuçları

NiO, NiO@SiO<sub>2</sub> ve NiO@SiO<sub>2</sub> –PMMA fotokatalizörüne ait fotokatalitik Rhodamine B çözeltisi konsantrasyonuna karşılık zaman grafiği incelendiğinde üç fotokatalizörün giderimleri arasındaki fark gözle görülür seviyededir. NiO, NiO@SiO<sub>2</sub> ve NiO@SiO<sub>2</sub> –PMMA fotokatalizleri 2 saat süresince boyanın sırasıyla %35, %50 ve %86'ünü gidermiştir ve CuO ve SiO<sub>2</sub>@CuO fotokatalizörüne göre boya giderimi daha iyi seviyededir.

## SONUÇ

Üretilmiş olan fotokatalizörlerin homojen bir şekilde oluşmuş olduğu görülmüş ve bir miktar aglomerasyon meydana geldiği SEM analizi yardımıyla görülmüştür. Numunelerin XRD grafiği incelenmiş, NiO fazı görülmüş ve SiO<sub>2</sub> yayvan piki elde edilmiştir. NiO, NiO@SiO<sub>2</sub> fotokatalizörlerinin boya giderimi 2 saatte %35 ve %50 olduğu NiO@SiO<sub>2</sub> –PMMA fotokatalizörünün gideriminin ise %86 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, hazırlanan çekirdek

kabuk yapılı NiO@SiO<sub>2</sub> –PMMA nanokompozitlerin fotokatalizörünün etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

## REFERANSLAR

- [1] J. Bandara, H. Weerasinghe, Solid-state dye-sensitized solar cell with p-type NiO as a hole collector, *Sol. Cells* 85 (2005) 385–390.
- [2] Y. Wu, T. Chen, W.Z. Weng, H.L. Wan, Low temperature oxidative dehydrogenation of ethane to ethylene catalyzed by nano-sized NiO, *Chin. J. Catal.* 24 (2003) 403–404.
- [3] H. Eskandarloo, A. Badiei, C. Haug, Enhanced photocatalytic degradation of an azo textile dye by using TiO<sub>2</sub>/NiO coupled nanoparticles: optimization of synthesis and operational key factors, *Mater. Sci. Semiconduct. Processing* 27 (2014) 240–253.
- [4] M.A. Rahman, M.A.J. Miah, H. Minami, H. Ahmad, Preparation of magnetically doped multilayered functional silica particles via surface modification with organic polymer, *Polym. Adv. Technol.* 24 (2013) 174–180.
- [5] M. Krumova, D. Lopez, R. Benavente, C. Mijangos, J.M. Perena, Effect of crosslinking on the mechanical and thermal properties of poly(vinyl alcohol), *Polymer* 41 (2000) 9265–9272.

KÜLTÜRE ALINMIŞ İNSAN LENFOSİTLERİNDE PERMETRİN  
GENOTOKSİTESİNE KARŞI KORUYUCU BİR YAKLAŞIM: *PORTULACA*  
*OLERACEA L.*

**Dr. Halit Kızılet<sup>1</sup>, Prof. Dr. Handan Uysal<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kardiyoloji Bölümü, Erzurum

<sup>2\*</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzurum

**ÖZET**

Pestisitler, zararlı organizmaları engellemek, zararlarını azaltmak veya kontrol altına almak amacıyla kullanılan bileşiklerdir. İnsektisitler de pestisitlerin bir alt grubudur. İnsektisitler bitkileri korumak, parazitleri öldürmek, evlerde ve depolarda böcek kontrolü için kullanılmaktadır. Permetrin de (PER) bu amaçlarla kullanılan bir insektisittir. Bu çalışmada tarımda, hayvan ve insan sağlığında yoğun olarak kullanılan PER'in genotoksik etkileri *in vitro* kardeş kromatid değişim (KKD) testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca semiz otunun (*Portulaca oleracea L.*) su (PO<sub>su</sub>) ve metanol (PO<sub>met</sub>) ekstraktları PER'e karşı antigenotoksik ajan olarak kullanılmıştır. Bu amaçla PER'in farklı konsantrasyonları (50, 100, 250 ve 500 ppm) periferik kan kültürlerine ilave edilmiştir. Distile su ve dimetil sülfoksit (DMSO: PER'in çözücüsü)'de kontrol grubu olarak kullanılmıştır. 72 saat inkübasyona bırakılan kültürlerden yayma preparatlar hazırlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, distile su ve DMSO kontrol grupları arasında KKD bakımından herhangi bir fark gözlenmemiştir (P>0,05). Ancak PER uygulama gruplarının hepsinde KKD frekansı artış göstermiştir (P<0,05). Bu sonuç genetik materyalde oluşan hasarın bir göstergesidir. Çalışmamızın ikinci kısmında da KKD frekansının en yüksek olduğu 500ppm PER uygulama grubuna PO<sub>su</sub> ve PO<sub>met</sub> (1:1v/v) ayrı ayrı eklenmiş ve her iki ekstraktında KKD frekansını azalttığı gözlenmiştir (P<0,05). Bu sonuca göre de semiz otu kuvvetli bir antigenotoksik ajan olarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Permetrin, kardeş kromatid değişim testi, Portulaca oleracea*

**A PROTECTIVE APPROACH TO PERMETHRIN GENOTOXICITY IN  
CULTURED HUMAN LYMPHOCYTES: *PORTULACA OLERACEA* L.**

**Dr. Halit Kızılet<sup>1</sup>, Prof. Dr. Handan Uysal<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Erzurum Regional Training and Research Hospital, Department of Cardiology, Erzurum

<sup>2\*</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Atatürk University, Erzurum

**ABSTRACT**

Pesticides are compounds that are used to prevent harmful organisms, to reduce or control their damage. Insecticides are also a subgroup of pesticides. Insecticides are used to protect plants, to kill parasites, to control insects in homes and warehouses. Permethrin is an insecticide used for these purposes. In this study, genotoxic effects of PER, which are used extensively in agriculture, animal and human health, were evaluated by *in vitro* sister chromatid exchange test (SCE). In addition, water (PO<sub>wtr</sub>) and methanol (PO<sub>met</sub>) extracts of the purslane (*Portulaca oleracea* L.) was also used as an antigenotoxic agent against PER. For this purpose, different concentrations of PER (50,100, 250 and 500 ppm) were added to the peripheral blood cultures. Distilled water and dimethyl sulfoxide (DMSO: PER's solvent) were used as the control group. Smears were prepared from the cultures left to incubate for 72 hours. According to the results, there was no difference in terms of SCE between distilled water and DMSO control groups (P>0.05). However, SCE frequency increased in all of the PER treatment groups (P<0.05). This result is an indicator of damage to the genetic material. In the second part of our study, PO<sub>wtr</sub> and PO<sub>met</sub> (1:1v/v) were separately added to the 500ppm PER application group where the frequency of SCE was highest and both extracts showed that the frequency of SCE decreased. According to this result, purslane has been evaluated as a strong antigenotoxic agent.

**Key words:***Permethrin, sister chromatid exchange, Portulaca oleracea*

**1.GİRİŞ**

Zararlı canlıların kontrolünü sağlayan pestisitlerin bir alt grubu olan insektisitler, tarımsal üretimde, ürünlerin saklandığı depolarda, evlerde zararlı böceklerin öldürülmesi ya da çoğalmalarının durdurulması amacıyla kullanılan kimyasal bileşiklerdir. Ancak insektisitler sadece hedef organizmaları öldürmez, omurgalı ve omurgasız diğer canlıları da etkilerler (Sayılı ve Akman 1994). Bu nedenle insektisitlerin yaygın kullanımı ve doz aşımı insan ve çevre için büyük risk taşımaktadır. (Cantelli-Forti *et al.* 1993). İçerdikleri organik bileşiklere göre, organoklorlular, organofosfatlar, karbamatlar, piretroidler ve neonikotinoidler olarak sınıflandırılırlar. Bu çalışmada genotoksitesini belirlemek için kullandığımız permetrin (PER) bir çeşit piretroidtir. Piretroidler krizantem çiçekleri (*Chrysanthemum cinerariaefolium* ve *C. coccineum*) tarafından üretilen ve doğal piretrinlere benzeyen organik kimyasallardır.

Hedef organizma olan böceklere karşı çok toksik, kuşlar ve memelilere karşı daha az toksik olmaları nedeniyle kullanım alanlarında sıklıkla tercih edilmektedirler (Mazmancı vd 2008). Çoğunlukla ev zararlılarının kontrolü için aerosol ve sinek kovar şeklinde kullanılmaları nedeniyle insanların bu insektisitlere maruz kalması kaçınılmazdır (Mercan 2007). Ancak günümüzde bu tip toksikantların sebep olabileceği zehirlenmelere karşı ve farklı hastalıkların tedavisi için fitoterapi ya da alternatif tıp, farmakognozi bilim dalı ile ortak çalışmalar yapmaktadır. Yapılan çeşitli çalışmalar, bitkisel kaynaklı doğal bileşiklerin oksidatif stresin neden olduğu genotoksositeye karşı koruyucu aktivite sergilediğini göstermiştir (Plazar *et al.* 2008). Öyle ki, oksidatif stres ile uyarılan DNA hasarı, kanser ve yaşlanma da dâhil olmak üzere çeşitli hastalıklar ve patolojik durumlara sebebiyet verebilmektedir (Soltani *et al.* 2009). Bu çalışmada özellikle tarımsal zararlılara karşı yoğun olarak kullanılan PER'in genotoksik etkileri *in vitro* kardeş kromatid değişim (KKD) testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca semiz otunun (*Portulaca oleracea* L.) su ( $PO_{su}$ ) ve metanol ( $PO_{met}$ ) ekstraktları PER'e karşı antigenotoksik ajan olarak kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

KKD testi için, yapılan ön denemeler ile PER uygulama konsantrasyonları 50, 100, 250 ve 500 ppm olarak belirlenmiştir. Uygulama grupları dışında distile su ve PER'in çözücüsü olan DMSO ile negatif, mutajenik etkisi iyi bilinen etil metansülfonat (EMS) ile de pozitif kontrol grupları hazırlanmıştır. 4 farklı donörden alınan insan periferel kanı ile hücre kültürleri ve yayma preparatlar hazırlanarak (Rooney and Czepulkowski, 1986) ışık mikroskopunda immersiyon objektifi ile incelenmiştir (10x100). KKD sayısı, her donörün kan kültürüne ait preparatlardan ikinci mitozu geçiren 25 metafaz plağında saptanmış ve ayrıca replikasyon indeksi (Rİ) hesaplanmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında ise PER'in en yüksek uygulama grubuna  $PO_{met}$  ve  $PO_{su}$  ekstraktları (1:1v/v) ayrı ayrı uygulanarak semiz otunun antigenotoksik etkisi de belirlenmiştir. Elde edilen KKD ve Rİ değerleriyle ilgili istatistiksel analizler için SPSS 13.0 programı, kontrol ve uygulama gruplarına ait verilerin karşılaştırılması için de tek değişkenli varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi kullanılmıştır.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Distile su ve DMSO için ortalama KKD değerleri sırasıyla  $3,60 \pm 0,02$ ,  $3,70 \pm 0,01$  olup aralarındaki fark istatistikî olarak önemsizdir ( $P > 0,05$ ). EMS için bu değer  $32,61 \pm 0,01$  olup, distile su ve DMSO'ya ait sonuçlar ile karşılaştırıldığında aradaki fark  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Distile su, DMSO ve EMS için hesaplanan Rİ değerleri ise sırasıyla  $2,41 \pm 0,03$ ,  $2,24 \pm 0,07$  ve  $2,01 \pm 0,07$ 'dir (Tablo 1). PER'in, dört farklı konsantrasyonda (50, 100, 250 ve 500 ppm) insan periferel lenfosit hücrelerine uygulaması sonucu elde edilen ortalama KKD değerleri de sırasıyla  $3,97 \pm 0,03$ ;  $4,56 \pm 0,02$ ;  $5,82 \pm 0,03$  ve  $6,15 \pm 0,02$  olarak tespit edilmiştir. Artan PER miktarına bağlı olarak KKD frekansının artışı pozitif korelasyonu göstermektedir. Bu da istatistiki olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. DMSO kontrol grubunda  $2,24 \pm 0,07$  olan Rİ değeri de PER uygulama gruplarında (50-500ppm)



1,95±0,05'den 2,02±0,05'e düzeyine kadar düşmüştür (Tablo 1).

PER+PO<sub>met</sub>/PO<sub>su</sub> uygulaması sonucu elde edilen KKD/hücre oranları ise; PER+PO<sub>met</sub> ve PER+PO<sub>su</sub> için sırasıyla 3,83±0,04 ve 3,80±0,06'dır (Tablo 1). En yüksek PER uygulama grubu olan 500ppm de 6,15±0,02 olan KKD frekansı, bu uygulamalar ile önemli ölçüde gerilemiş ve genotoksik etki distile su ve DMSO uygulamalarına ait değerlere yaklaşmıştır (P<0,05). Rİ değerleri ise PER+PO<sub>met</sub> ve PER+PO<sub>su</sub> için sırasıyla 1,95±0,05; 1,94±0,07 olarak bulunmuştur. Uygulama ve kontrol gruplarına ait tüm sonuçlar, semiz otuna ait ekstraktların antigenotoksik potansiyelini göstermektedir.

**Tablo 1.** Permetrin uygulama gruplarına ait KKD ve Rİ değerlerinin istatistiksel analizi

Kontrol grupları		KKD/hücre (Ortalama)	Rİ
Distile su		3,60±0,02	2,41±0,03
DMSO (%2)		3,70±0,01	2,24±0,07
EMS (10mM)		32,61±0,01*	2,01±0,07
PERMETRİN (ppm)	50	3,97±0,03*	1,95±0,05
	100	4,56±0,02*	1,88±0,07
	250	5,82±0,03*	2,03±0,04
	500	6,15±0,02*	2,02±0,05
	500 PER+PO <sub>met</sub> (1:1)		3,83±0,04**
500 PER+PO <sub>su</sub> (1:1)		3,80±0,06**	1,94±0,07

\*DMSO'ya göre 0,05 düzeyinde önemli, \*\*kendi insektisit grubuna göre önemli.

#### 4.TARTIŞMA

Son 30 yıl içinde ülkemizde ve dünyada sıklıkla kullanılan insektisitlerden birisi olan PER'in insan periferal lenfositlerinde KKD frekansını önemli ölçüde artırarak DNA hasarlarına sebep olduğu ve Rİ'yi azalttığı, ayrıca PER+PO<sub>met</sub>/PO<sub>su</sub> uygulaması ile PER'e bağlı genotoksik etkinin önemli ölçüde giderilebildiği bu çalışmada gösterilmiştir. Daha önce yapılan bir çalışmada piretroid insektisitlerden sipermetrinin de insan periferal lenfositlerinde MN, KKD frekansını artırdığı ve kromozomal aberasyonlara neden olduğu belirlenmiştir (Kocaman ve Topaktas 2010). Sipermetrin, rat kemik iliği hücrelerinde de MN oluşumuna sebep olmuştur (Sankar *et al.* 2010). Yine piretroidlerden asefat ve metomil'in, *Myzus persicae* (yaprak biti)'nin ergin bireylerinde ömür uzunluğunu kısalttığı (Hsieh and Allen 1986), sipermetrinin *D.melanogaster*'de (Karataş and Bahçeci 2008), PER'in de zebra balıklarında toksik etkili olduğu bulunmuştur (Zhi-Yong *et al.* 2009). Bizim çalışmamızda gözlediğimiz genotoksik ve farklı çalışmalardaki toksik etkilerin kaynağı olarak oksidatif stres gösterilmektedir. Örneğin;

Prasanthi and Rajini (2005), fenvaleratın erkek farelerde oksidatif hasara, Berköz vd (2010) de deltametrinin albino wistar sıçanlarında lipit peroksidasyonuna sebep olduğunu belirlemişlerdir.

Son otuz yılda yapılan birçok çalışma, çeşitli fitokimyasallar içeren meyve ve sebzelerin, antikanserojenik ve antimutajenik aktivitelerinin değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Çeşitli araştırmacılar, bu şifalı bitkilerden birisi olan semizotunun vitamin ve mineral bakımından zengin olduğunu bildirmişlerdir (Dweek 2001; Simopoulos 2004). Behravan *et al.* (2011), insan lenfosit hücrelerinde çeşitli oksidatif ajanların neden olduğu DNA hasarlarını, semizotu su ekstraktı ile önemli ölçüde gidermişlerdir. Kasımoğlu and Uysal (2014), sipermetrin ve fenvelerat insektisitlerinin insan periferik lenfositlerinde meydana getirdiği genotoksik etkinin *R. canina* (kuşburnu) su ve etanol ekstraktları ile Siddique *et al.* (2007), yine insan periferik lenfositlerinde siprotoren asetatın genotoksik etkisinin *Ocimum sanctum* (fesleğen) bitkisi ile giderildiğini bildirmişlerdir. İnsan periferik lenfosit hücreleriyle daha önce yapılan antigenotoksikite çalışmaları da elde ettiğimiz sonuçlarımızla son derece uyumludur. Bu çalışmada PER'in neden olduğu oksidatif stres kaynaklı DNA hasarları ve buna bağlı mutajenite, semizotu metanol (PO<sub>met</sub>) ve su (PO<sub>su</sub>) ekstraktlarıyla giderilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, semiz otunun antigenotoksik etkili olduğunun göstergesidir.

## KAYNAKLAR

- Behravan, J., Mosafa, F., Soudmand, N., Taghiabadi, E., Razavi, B.M. and Karimi, G., 2011. Protective effects of aqueous and ethanolic extracts of *Portulaca oleracea* L. aerial parts on H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced DNA damage in lymphocytes by comet assay. *J. Acupunct. Meridian. Stud.*, 4 (3), 193-197.
- Berköz, M., Yalın, S., Çömelekoğlu, Ü., Mazmancı, B., Mazmancı, M. A., Ünyayar, A. ve Eroğlu, P., 2010. Deltamethrinin beyinde oluşturduğu oksidatif hasarın önlenmesinde *Funalia trogii*'nin rolü. *Mersin. Univ. Sağlık Bilim. Derg.*, 3(1), 1-8.
- Cantelli-Forti, G., Paolini, M. and Hrelia, P., 1993. Multiple end point procedure to evaluate risk from pesticides. *Environ. Health. Persp.*, 101(3), 15-20.
- Dweek, A.C., 2001. Purslane (*Portulaca oleracea*)—the global panacea. *Personal care magazine*, 2 (4), 7-15. [http://www.dweekdata.com/Published papers/Portulaca](http://www.dweekdata.com/Published%20papers/Portulaca)
- Hsieh, C.Y. and Allen, W.W., 1986. Effects of insecticides on emergence, survival, longevity and fecundity of the parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) from mummified *Myzus persicae* (Homoptera:Aphididae). *J. Econ. Entomol.*, 79, 1599-1602.
- Karataş, A. and Bahçeci, Z., 2008. Effects of cypermethrin on some development stages of *Drosophila melanogaster*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 82, 738-742.
- Kasımoğlu, C. and Uysal, H., 2014. Mutagenic biomonitoring of pirethroid insecticides in human lymphocyte cultures: Use of micronuclei as biomarkers and recovery by *Rosa canina* extracts of mutagenic effects. *Pharmaceut. Biol.*, 53 (5), 625-629.
- Kocaman, A.Y. and Topaktaş, M., 2010. Genotoxic effects of a particular mixture of

- acetamiprid and  $\alpha$ -cypermethrin on chromosome aberration, sister chromatid exchange, and micronucleus formation in human peripheral blood lymphocytes. *Environ. Toxicol.*, 25, 157–168.
- Mazmancı, B., Tamer, L. ve Aşkın, A., 2008. Sıçanlarda lambda-cyhalothrin'in akut toksik etkisinin araştırılması. *Mersin. Univ. Sağlık. Bilim. Derg.*, 1 (1), 15-9.
- Mercan, U., 2007. Bioallethrinlerin sağlık üzerine olumsuz etkileri. *Yyü. Vet. Fak. Derg.*, 18 (2), 73-78.
- Plazar, J., Filipic, M., and Groothuis, G.M., 2008. Antigenotoxic effect of xanthohumol in rat liver slices. *Toxicol. Vitro*, 22, 318-327.
- Prasanthi, K. and Rajini, P.S., 2005. Fenvalerate-induced oxidative damage in rat tissues and its attenuation by dietary sesame oil. *Food. Chem. Toxicol.*, 43 (2), 299-306.
- Rooney, D.E. and Czepulkowski B.H., 1986. *Human cytogenetics: a practical approach*. IRL Press Oxford, pp 224, England.
- Sankar, P., Telang A.G., and Manimaran, A., 2010. Curcumin protects against cypermethrin-induced genotoxicity in rats. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 30, 289–291.
- Sayılı, M. ve Akman, Z., 1994. Tarımsal uygulamalar ve çevreye olan etkileri. *Ekoloji*, 12, 28-32.
- Siddique, Y., Ara, G., Beg, T. and Afzal, M., 2007. Anti-genotoxic effect of *Ocimum sanctum* L. extract against cyproterone acetate induced genotoxic damage in cultured mammalian cells. *Biol.*, 58, 4-7.
- Simopoulos, A.P., 2004. Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biol. Res.*, 37, 263-277.
- Soltani, F., Mosaffa, F., Iranshahi, M., Karimi, G., Malekaneh, M., Haghghi, F. and Behravan, J., 2009. Evaluation of antigenotoxicity effects of umbelliprenin on human peripheral lymphocytes exposed to oxidative stress. *Cell. Biol. Toxicol.*, 25, 291-296.
- Zhi-Yong Z., Xiang-Yang Y., Dong-LanW., Hai-Juan Y. and Xian-Jin L., 2009. Acute toxicity to zebrafish of two organophosphates and four pyrethroids and their binary mixtures. *Pest. Manag. Sci.*, 66(1), 84-89.

## TÜRKİYE'DE İNFERTİLİTE TEDAVİSİNDE GELENEKSEL BİTKİSEL TEDAVİ

Esen SEZEN KARAOĞLAN\*

Farmasötik Botanik Anabilim Dalı, Eczacılık Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum

### ÖZET

İnfertilite halk arasında kısırılık olarak adlandırılan ve bir yıl korunmasız cinsel ilişki sonunda gebe kalamama durumudur. İnfertilite, yaşamı tehdit eden bir sağlık sorunu olmamasına rağmen hem bireyi hem de toplumu etkileyen biyolojik, sosyal, kültürel ve psikolojik boyutları olan bir problemdir. Geçmişte olduğu gibi bitkilerle tedavi günümüzde de halk tarafından bazen tercih edilen tamamlayıcı tedavi yöntemlerinden biridir. Bu çalışmada ülkemizde yetişen, çeşitli yörelerde infertilite tedavisinde halk arasında kullanılan bitkiler, bu bitkilerin kullanılan kısımları, yöresel isimleri, kullanım yöntemleri vb. bilgiler araştırılmıştır. Özellikle Malvaceae, Apiaceae, Rosaceae, Liliaceae gibi familyalara ait bazı türlerin infertilitede halk tarafından kullanıldığı kayıtlıdır.

**Anahtar kelimeler:** *İnfertilite, geleneksel tedavi, bitki*

### ABSTRACT

#### TRADITIONAL HERBAL TREATMENT OF INFERTILITY TREATMENT IN TURKEY

Infertility is the condition of not being pregnant within a year in spite of having unpreserved sexual intercourse and so-called barrenness among people. Even though infertility isn't a health problem threatening to life, it can affect both individual and society and have biologic, social, cultural and psychologic extents. Phytotherapy is a complementary treatment method preferred by people today as it was in old days. In the present study, plant species growing in Turkey and used in various regions for the treatment of infertility among people, their parts used for this aim, local names and their ways of use are researched. Especially some species belonging to families such as Malvaceae, Apiaceae, Rosaceae, Liliaceae have been reported to be traditionally used in infertility.

**Keywords:** *Infertility, traditional treatment, plant*

### 1.GİRİŞ

İnfertilite; korunmasız cinsel ilişkiye rağmen, bir yıl sonunda gebelik sağlanamaması durumu olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizde de yaklaşık olarak 1,5-2 milyon kişinin infertilite sorunu ile karşılaştığı ve sorunun gittikçe arttığı belirtilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, infertilite üreme çağındaki çiftlerin %15'ini etkilemektedir<sup>1-3</sup>. Fertilitate problemleri yaşamı tehdit eden bir hastalık olarak görülmesede, hem bireyi hem de toplumu etkileyen, basit bir jinekolojik rahatsızlık değil psikolojik, biyolojik, sosyal ve kültürel boyutları olan bir sağlık sorunudur<sup>4,5</sup>. İnfertilite, kadınlarda depresyon, anksiyete, cinsel fonksiyon bozukluğu,

yaşam kalitesinin olumsuz etkilenmesi gibi durumlara, erkekler de ise düşük benlik saygısı, özgüven kaybı, beceriksizlik düşüncesi, yalnızlık, suçluluk, korku, öfke, utanç, hayal kırıklığı gibi sorunlara neden olmaktadır<sup>6</sup>. Modern yaşamın sonucu olarak gebelik yaşının ertelenmesi, stres, obezite, hormonlu ve genetiği değiştirilmiş gıdalar, elektromanyetik dalgalar, sigara ve alkol kullanımı, cinsel yolla bulaşan hastalıklar artan infertilite nedenleri arasındadır<sup>1</sup>. İnfertil hastalar öncelikle modern tıba başvursalar da akupunktur, vitamin ve mineraller, beslenme ve yaşam tarzı değişiklikleri, homeopati, yoga, zihin-beden-enerji tıbbı, aromaterapi ve psikoterapi gibi tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamalarını da sıklıkla tercih etmektedirler<sup>7</sup>. Hastalıkların tedavisi amacıyla bitkilerden faydalanılması antik çağlara kadar dayanmaktadır. Son yıllarda tıbbi bitkiler ve bunlardan elde edilen aktif maddelere karşı ilgi çok artmıştır<sup>8</sup>. Ülkemizde de tüm dünyada olduğu gibi hastalıkların tedavisinde bitkilere sıklıkla başvurulmaktadır.

Bu çalışmada ülkemizde yetişen, çeşitli yörelerde halk arasında infertilite tedavisinde tercih edilen bitkiler, bu bitkilerin kullanılan kısımları, yöresel isimleri, kullanım yöntemleri gibi bilgiler araştırılarak derlenmeye çalışılmıştır.

## 2.MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Türkiye’de halk arasında infertilite tedavisinde kullanılan bitkiler çeşitli literatür tarama programları ve kaynaklar kullanılarak tespit edilmeye çalışılmıştır.

## 3.TARTIŞMA VE SONUÇ

İnfertilite halk arasında kısırılık olarak bilinmekte ve bir yıl korunmasız ilişkiye rağmen gebelik oluşmaması durumudur. Tüm dünyada insanlar birçok hastalığın tedavisinde olduğu gibi infertilite tedavisinde de bitkisel tedaviye başvurumaktadırlar<sup>9-11</sup>. Bu çalışmada, Türkiye’de halk arasında infertilite tedavisinde kullanılan bitkiler araştırılarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Solhan (Bingöl), Hayrat (Trabzon), Kalkandere (Rize), Hatay, Malatya, Mihalgazi (Eskişehir), Dalaman (Muğla), Ilıca (Erzurum), Karaisalı (Adana), Aladağlar (Niğde), Kadişehri (Yozgat), Karlıova (Bingöl) vb. yörelerde yapılmış etnobotanik çalışmalar, çeşitli bitkilerin infertilite tedavisinde geleneksel olarak kullanıldığını göstermiştir. Bu bitkiler Tablo 1’de gösterilmiştir.

**Tablo 1:** Türkiye’de halk arasında infertilite tedavisinde kullanılan bitkiler

Tür	Familya	Yöresel İsim	Kullanılan Kısım	Kullanım Şekli	Kaynak
<i>Alcea pallida</i> Waldst. & Kit.	Malvaceae	Hiro Hiri	Çiçekleri	İnfüzyon	12
<i>Allium cepa</i> L.	Liliaceae	Soğan	Toprakaltı Yaprakları	Dekoksiyon Dekoksiyon	13 14
<i>Allium porrum</i> L.	Liliaceae	Pırasa	Tüm kısımları	Kaynatılarak buharının üzerine oturma	15 16
<i>Asyneuma michauxioides</i> (Boiss.) Damboldt	Campanulaceae	Yalancı sütlü	Topraküstü	Kaynatılarak buharının üzerine oturma	17
<i>Capparis spinosa</i> L. var. <i>spinosa</i> L.	Capparaceae	Kıbbar Kebere Kappari	Meyve Yaprak Dalları	Dekoksiyon	18 19
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Cucurbitaceae	Kestane kabağı	Meyve	Kaynatılarak buharının üzerine oturma	15
<i>Cyclamen coum</i> Miller var. <i>coum</i> Miller	Primulaceae	Domuz avşağı	Yumru	Isıtıp vaginaya uygulamak	20
<i>Daphne oleoides</i> Schreb. subsp. <i>oleoides</i>	Thymelaeaceae	Defne	Dal kabuğu	İnfüzyon	21
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Elaeagnaceae	İğde	Çiçek	Bal ile karıştırılarak	20
<i>Euphorbia macroclada</i> Boiss.	Euphorbiaceae	Sütleşen	Lateks	Vajinaya uygulanır	20
<i>Ferula elaeochytris</i> Korovin	Apiaceae	Şambut Çakşır	Kök	Dekoksiyon veya toz edilip balla karıştırılarak	18 19
<i>Heracleum platytaenium</i> Boiss	Apiaceae	Tavşancıl otu	Yaprakları	Taze veya pişirilerek	17
<i>Inula viscosa</i> (L.) Aiton	Asteraceae	Micve Khişkeş Tayyun Yerce Zimbit Çalba	Yaprakları	Kaynatılarak buhar banyosu	18 19
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Malvaceae	Xemazek Verarueji Tollık Ebegümeçi Duelik Ebemkömeyi Ebemkömeçi Ebemgümeçi	Topraküstü	Dekoksiyon İnfüzyon Lapa (Üzerine oturma şeklinde)	12 22
<i>Malva nicaeensis</i> All.	Malvaceae	Ebegümeçi Ebemgümeçi Ebegöbece	Topraküstü	Oturma banyosu	13
<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	Xemazek Duelik Ebegümeçi Veraruejik Tollık	Topraküstü	Dekoksiyon Lapa İnfüzyon	12

<i>Opopanax hispidus</i> (Friv.) Gris.	Apiaceae	Kekire	Dal	Taze yenir	22
<i>Petroselinum crispum</i> (Miller)	Apiaceae	Maydanoz	Yaprak Dalları	İnfüzyon	13
<i>Ranunculus kotschyi</i> Boiss.	Ranunculaceae	Mayıs çiçeği Yayla çiçeği	Topraküstü	Oturma banyosu	20
<i>Rubus caesius</i> L.	Rosaceae	Fuska Pamuk Handuka Fiskofi	dikeni dikeni Kök Yaprak	İnfüzyon	23
<i>Rubus sanctus</i> Schreber	Rosaceae	Böğürtlen	Çiçek Meyve Yaprak Kök	İnfüzyon	24
<i>Salix alba</i> L.	Salicaceae	Söğüt Valer	Yaprakları	Dekoksiyon İnfüzyon	12
<i>Smyrniium connatum</i>	Apiaceae	Baldıran	Dal Toptakaltı	Taze ve pişirilerek	21 25
<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	Isırgan	Topraküstü	Dekoksiyon	22
<i>Verbascum songaricum</i> Schrenk	Scrophulariaceae	Mazijanik	Çiçek	Dekoksiyon	26
<i>Vicia sativa</i> L.	Leguminosae	Burçak	Topraküstü	Kaynatılarak buharının üzerine oturma	15

Çalışmanın sonucunda; Malvaceae, Liliaceae, Campanulaceae, Capparaceae, Cucurbitaceae, Primulaceae, Thymelaeaceae, Elaeagnaceae, Euphorbiaceae, Apiaceae, Asteraceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae, Urticaceae, Scrophulariaceae, Leguminosae familyalarına ait bazı türlerin infertilite tedavisinde kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu türlerin tedavide çiçek, yaprak, meyve, dal, toprakaltı organlar, topraküstü kısmı, lateks gibi çeşitli kısımlarının dahilen veya haricen infertilite tedavisinde kullanıldığı kayıtlıdır. Bitkilerin taze, pişirilerek veya bal ile karıştırılarak yenmesi, infüzyon veya dekoksiyonu hazırlanarak içilmesi, lapa veya ovül şeklinde uygulanması, suda kaynamış bitkinin buharı üzerinde oturulması vb. yöntemlerle kullanıldığı belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Amanak K, Karaöz B, Sevil Ü. Modern Yaşamın İnfertilite Üzerine Etkisi. TAF Prev Med Bull 2014;13(4): 345-350.
2. World Health Organization (WHO). Mother Or Nothing: The Agony Of Infertility. World Health organization Bulletin 2011; 88(12): 877-953.
3. Oğuz DH. İnfertilite tedavisi gören kadınlarda infertilitenin ruh sağlığına, evlilik ilişkileri ve cinsel yaşama etkileri. Tıpta Uzmanlık Tezi. İstanbul, 2004, p.7-40.

4. Kılıç M, Ejder Apay S, Kızılkaya Beji N. İnfertilite ve Kültür. İ.Ü.F.N. Hem. Derg 2011; 19(2): 109-115.
5. Demirci H. İnfertilitenin çiftler üzerindeki psikososyal ve psikoseksüel etkileri. Nezihe Kızılkaya Beji (Ed). İnfertilite Sorunu, Yardımcı Üreme Teknikleri ve Hemşirelik Yaklaşımı. F.N Hemşirelik Yüksekokulu Yayını, Emek Matbaacılık, İstanbul, 2001, 103-117.
6. Kızılkaya Beji N, Kaya D. İnfertilitede Birey-Çift ve Grup Danışmanlığı. Hemşirelikte Eğitim Ve Araştırma Dergisi 2012; 9(3): 10-14.
7. Özcan H, Kızılkaya Beji N. İnfertilitede Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp Uygulamaları. Okmeydanı Tıp Dergisi 2016; 32(1): 36-44.
8. Baytop T. Türkiye’de Bitkilerle İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün). 2. Baskı. Nobel Tıp Kitapevi. İstanbul, 1999.
9. Xu X, Yin H, Tang D, Zhang Li, Gosden RG. Application of traditional Chinese medicine in the treatment of infertility Human Fertility 2003;6:161-168.
10. Telefo PB, Lienou LL, Yemele MD, Lemfack MC, Mouokeu C, Goka CS, Tagne SR, Moundip FP. Ethnopharmacological survey of plants used for the treatment of female infertility in Baham. Cameroon. Journal of Ethnopharmacology 2011 136:178-187.
11. Priya G, Saravanan K, Renuk C. Medicinal plants with potential antifertility activity- A review of sixteen years of herbal medicine research. International Journal of PharmTech Research 1994-2010; 4(1): 481-494.
12. Polat R, Cakilcioglu U, Satıl F. Traditional uses of some medicinal plants in Solhan (Bingöl-Turkey). Journal of Ethnopharmacology 2013; 148: 951-963.
13. Uzun M, Kaya A. Ethnobotanical research of medicinal plants in Mihalgazi (Eskişehir, Turkey) Pharmaceutical Biology 2016; 54(12): 2922-2932.
14. Sağıroğlu M, Dalgıç S, Toksoy S. Medicinal plants used in Dalaman (Muğla), Turkey. Journal of Medicinal Plant Research 2013; 7(28): 2053-2066.
15. Sezik E, Yeşilada E, Honda G, Takaishi Y, Takeda Y, Tanaka T. Traditional medicine in Turkey X. Folk medicine in Central Anatolia. Journal of Ethnopharmacology 2001;75: 95-115
16. Koşar M, Koyuncu M, Başer KHC. Folk use of some wild and cultivated *Allium* species in Turkey, Proceedings of the IVth International Congress of Ethnobotany (ICEB 2005); 2006: 87-90.



17. Özdemir E, Alpınar K. An ethnobotanical survey of medicinal plants in western part of central Taurus Mountains: Aladaglar (Nigde-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 2015;166: 53-65.
18. Güzel Y, Güzelşemmea M, Miski M. Ethnobotany of medicinal plants used in Antakya: A multicultural district in Hatay Province of Turkey. *Journal of Ethnopharmacology* 2015; 174: 118-152.
19. Said O, Khalil K, Fulder S, Azaizeh H. Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. *Journal of Ethnopharmacology* 2002; 83: 251-265.
20. Han Mİ, Bulut G. The folk-medicinal plants of Kadişehri (Yozgat – Turkey). *Acta Soc Bot Pol* 84(2): 237-248.
21. Güneş S, Savran A, Paksoy MY, Koşar M, Çakılcıoğlu U. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Karaisalı and its surrounding (Adana-Turkey). *Journal of Herbal Medicine* 2017; 8: 68-75.
22. Özgen U, Kaya Yusuf, Houghton P. Folk medicines in the villages of Ilıca District (Erzurum, Turkey). *Turk J Biol* 2012; 36: 93-106.
23. Sağıroğlu M, Arslantürk A, Akdemir ZK, Turna M. An ethnobotanical survey from Hayrat (Trabzon) and Kalkandere (Rize/Turkey). *Biological Diversity and Conservation* 2012; 5 (1): 31-43.
24. Tetik F, Civelek S, Cakilcioglu U. Traditional uses of some medicinal plants in Malatya (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 2013;146: 331-346.
25. Güneş S, Savran A, Paksoy MY, Çakılcıoğlu U. Survey of wild food plants for human consumption in Karaisalı (Adana-Turkey). *Indian Journal Of Traditional Knowledge* 2018; 17(2): 290-298.
26. Nadiroğlu M, Behçet L, Çakılcıoğlu U. An ethnobotanical survey of medicinal plants in Karlıova (Bingöl-Turkey). *Indian Journal of Traditional Knowledge* 2019: 18(1): 76-87.

**TOPRAK İŞLEME SİSTEMLERİNİN TOPRAĞIN MİKROBİYAL AKTİVİTESİNE  
ETKİLERİ**

**Doç. Dr. Sefa ALTIKAT**

Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

**ÖZET**

Dünya genelinde hızlı nüfus artışı sonucunda insanların beslenme ihtiyaçları da sürekli artmış ve bu ihtiyacı karşılamak amacıyla birim alandan maksimum düzeyde verim almayı hedefleyen tarımsal üretim sistemleri benimsenmiştir. Ancak, bu yaklaşım sonucu toprakların yoğun ve bilinçsiz kullanılmasından dolayı toprağın kalite kriterlerinde ciddi anlamda bozulmalar meydana gelmiştir. Özellikle üst toprak katmanındaki dejenerasyon sonucu birim alandan elde edilen verim değerleri de azalmıştır. Bu nedenlerden dolayı tüm dünya genelinde birim alandan maksimum verime dayalı tarım politikalarından vazgeçilmiş ve sürdürülebilir tarım uygulamaları ile üretim yapılmaya başlanmıştır. Sürdürülebilir tarımsal üretim de en yaygın şekilde kullanılan toprak işleme yöntemlerin başında koruyucu toprak işleme ve özellikle anıza doğrudan ekim yöntemi gelmektedir. Koruyucu toprak işleme yönteminde temel kriter toprak yüzeyinin anız ile kaplı bırakmaktır. Bu sayede su ve rüzgâr erozyonunun azaltılması, toprak üst katmanındaki organik madde birikiminin artırılması ve toprak nem içeriğinin korunması hedeflenmektedir. Koruyucu toprak işleme uygulamalarının en önemlilerinden biri anıza doğrudan ekim yöntemidir. Bu yöntemde toprak işleme yapılmaksızın anızlı tarla koşullarına ekim yapılmaktadır. Bu araştırmada farklı toprak işleme yöntemlerinin toprağın mikrobiyal aktivitesine olan etkileri incelenmiştir. Bu konuda yapılan araştırmalara göre geleneksel toprak işleme yöntemlerinin kullanılması sonucunda toprağın mikrobiyal aktivitesinde ciddi anlamda azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir. Buna ilaveten koruyucu toprak işleme ve özellikle anıza doğrudan ekim yöntemi toprak nem içeriği ve üst toprak katmanındaki karbon birikiminin artmasına yol açarak toprağın mikrobiyal aktivitesini de artırmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Koruyucu toprak işleme, anıza doğrudan ekim, toprak kalite kriteri, biyolojik kalite kriteri

**THE EFFECTS of the SOIL TILLAGE SYSTEMS on the SOIL MICROBIAL  
ACTIVITIES**

**ABSTRACT**

As a result of rapid population growth worldwide, the nutritional needs of people have increased continuously and agricultural production systems have been adopted which aiming to achieve maximum crop yield of the unit area to meet this need. However, due to the intensive and unconscious use of soils as a result of this approach, serious deterioration of the soil quality criteria has occurred. In particular, as a result of this degeneration in the upper soil layer, the yield values were obtained from the unit area decreased. For these reasons, all around the world the agricultural policies based on maximum yields from the unit area have been abandoned, and instead production has been started with sustainable agricultural practices. The most widely used tillage systems in sustainable agricultural production are conservation tillage and especially no-tillage systems. The main criterion in the conservation tillage systems is to leave the soil surface covered with the stubble. In this way, it is aimed to reduce water and wind erosion, to increase the accumulation of organic matter in the soil top layer and to protect the soil moisture content. One of the most important conservation tillage applications is the no-tillage system. In this system, the sowing seed can be done without any soil tillage practices. In this research, the effects of different tillage methods on the microbial

activity of soil as one of the biological quality criteria were investigated. According to the researches on this subject, it has been determined that there has been a significant decrease in the microbial activity of the soil as a result of the use of conventional tillage systems. In addition, the conservational soil tillage and especially the no-tillage systems caused an increase in microbial activity of soil by increasing soil moisture content and accumulation of carbon in the upper soil layer.

**Keywords:** Conservational tillage, no-tillage, soil quality criteria, biological quality criteria.

## GİRİŞ

Toprak işlemenin başlangıcı milyonlarca yıl önceye dayanmaktadır. Özellikle; Fırat, Nil, Dicle, Yangste ve İndus vadisi civarındaki insanların avcılıktan yerleşik hayata geçmeleri ve tarımsal üretime yoğunlaşmaları ile toprağın işlenme süreci de başlamış (Hillel, 1991) ve ekim için toprağın işlenmesi fikri ilk olarak milattan önce 3000’li yıllarda Mezopotamya’da ortaya atılmıştır (Hillel 1998). On dokuzuncu yüzyılda dünyada yaşanan sanayi devriminden sonra tarımsal üretimde makinalaşma ile ilgili çalışmalar gündeme gelmiştir. Bu tarihten günümüze kadar geçen süre zarfında tarımsal üretimin her aşamasında kullanılmaya yönelik farklı özelliklerde birçok tarım alet ve makinaları üretilmeye başlamıştır (Hobbs et al., 2008).

Tarımsal üretim amacıyla birinci sınıf toprak işleme aletleriyle yapılan geleneksel toprak işleme ile topraklarda su ve rüzgâr erozyonu sonucu verimli üst toprak tabakası yıkanarak kaybolmuş ve toprak verimliliği azalmıştır (Campel et al., 1991). Bu nedenle topraktaki mikroorganizma faaliyetlerinin hızlandırılarak toprağın üst katmanındaki karbon birikimin artırılmasına yönelik çalışmalara hız verilmiş ve geleneksel toprak işleme yöntemleri yerine koruyucu toprak işleme ve özellikle anıza doğrudan ekim yöntemine olan eğilim dünya genelinde günden güne yaygınlaşmıştır (Campel et al., 2001).

Koruyucu toprak işleme ve özellikle anıza doğrudan ekim yöntemi ilk kez 1930’lu yıllarda ABD’nin orta batısında meydana gelen büyük toz fırtınalarından sonra gündeme gelmiştir. Bu dönemde Edward H. Faulkner tarafından yazılan “Plowman’s Folly” (Faulkner 1943) isimli el yazması eserinde hassas ekosistemlerde aşırı ve yoğun toprak işlemenin olumsuzlukları ele alınmıştır (Friedrich et al. 2012). Bu tarihten sonra toprak işlemeyi azaltarak toprağın korunması ilkesi gitgide yaygınlaşmış ve koruyucu toprak işleme yöntemlerinin temelleri atılmıştır (Friedrich et al. 2012, Haggblade ve Tembo 2003).

Dünya genelinde topraklarının fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite kriterlerini artırmak ve tarımda sürdürülebilirliği hedef alan üretim anlayışının yaygınlaştırmak adına çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Özellikle toprakların biyolojik kalite kriterleri üzerine birinci dereceden etkili olan toprağın mikrobiyal aktivitesinin toprak işleme sistemleri ile nasıl değiştiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar birim alandan optimum verim alınmasını hedefleyen sürdürülebilir tarımsal üretim açısından oldukça önem arz etmektedir (Kirchner et al., 1993). Günümüzde pullukla sürümü temel alan geleneksel toprak işlemenin, toprağın mikrobiyal aktivitesini azalttığını bildiren çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmaların çoğunda tarımsal üretimde toprağın mikrobiyal aktivitesini doğrudan etkileyen spesifik mikroorganizma gruplarının uzun ve kısa vadede toprak işleme sistemlerinden nasıl etkilendiği üzerinde durulmuştur.

Bu araştırmanın amacı toprak işleme sistemlerinin toprağın mikrobiyal aktivitesine olan etkilerini incelemektir.

## TOPRAĞIN MİKROBİYAL İÇERİĞİ

Toprağın mikrobiyal içeriği; çeşitli bakteri ve virüsler ile bunların bileşimlerinden meydana gelmektedir. (Giller et al., 1997). Tarımsal üretimin başarısı üzerine etkili olan çok sayıda faktör bulunmaktadır. Ancak bu faktörlerin en önemlileri arasında toprağın tipi, ürün rotasyonu ve toprak işleme sistemleri yer almaktadır. Toprak işleme sistemlerinin toprağın mikrobiyal içeriğine olan etkileri üzerine günümüzde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmaların çoğunda toprak işleme sistemleri arasında koruyucu toprak işleme ve özellikle anıza doğrudan ekim yönteminin kullanıldığı alanlarda toprağın mikrobiyal içeriği geleneksel toprak işleme sistemlerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Rasmussen et al., 1991; Dick, 1992; Smith et al., 1987).

Anıza doğrudan ekim yöntemi toprak işleme yapılmayan anız ile kaplı toprak yüzeyine bu yöntem için tasarlanan özel makinalar ile ekim işleminin yapılmasıdır (Smith et al., 1987). Bu yöntemde anız adeta bir bariyer gibi toprak yüzeyini büyük çoğunlukla kaplamaktadır. Anıza doğrudan ekim yönteminde toprak yüzeyindeki anızın çürümesi geleneksel toprak işleme sistemlerine göre daha yavaş meydana gelmekte bu da üst toprak katmanındaki organik madde içeriğinin daha fazla olmasına yol açmaktadır. Bunun sonucunda üst toprak katmanındaki organik C ve N miktarı geleneksel toprak işleme yöntemlerine göre daha fazla olmakta ve bu da mikrobiyal kütleinin de içinde bulunduğu organik madde miktarını artırmaktadır (Campbell et al., 2001).

Anıza doğrudan ekim yönteminin başarıya ulaşabilmesi gerekli şartlardan biri de ürün rotasyonudur. Ürün rotasyonu ile toprak yüzeyinde farklı türdeki anız birikimleri sağlanmakta böylece toprağa sürekli organik materyalin ilavesi sağlanmaktadır. (Dalal et al., 1991). Toprak yüzeyindeki anızın yoğunluğu, yeni yada eski oluşu ve miktarı toprağın organik madde içeriğine, mikrobiyal aktivitesine ve N döngüsüne doğrudan etkili faktörlerdir ( Karlen et al., 1994). Toprak yüzeyinin anız ile kaplı olmasının diğer avantajı ise toprağı aşırı sıcaktan koruyarak evaporasyonu azaltmak ve toprak nem içeriğini artırmaktır. Böylece toprağın strüktürel yapısında, verimliliğinde ve mikrobiyal içeriğinde artışlar meydana gelir ( Derpsch et al., 1985). Bu avantajlarından dolayı anıza doğrudan ekim yöntemi toprak mikroorganizma grupları üzerinde önemli etkilere sahiptir (Doran et al., 1987).

## MİKROORGANİZMALARIN TOPRAK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Toprak mikroorganizmaları toprağın organik madde içeriğinin sadece %1-8'ini oluşturmasına rağmen biotransformasyon sürecindeki rollerinden dolayı toprağın verimliliği üzerinde önemli etkilere sahiptir. Mikroorganizmalar toprağın pedogenesis ve morfolisindeki rolleri, toprağın besin statüsü ve bitki toprak interaksiyonlarındaki etkileri nedeniyle agrosistemlerdeki sürdürülebilirlik açısından önemli aktörlerdir. Buna ilaveten toprak mikroorganizmaları N,P,S nin inorganik transformasyonu, agrokimyasal çürüme, agregasyon stabilizesi gibi etkilerinden dolayı biyokimyasal proseslerde düzenleyici role sahiptirler. Ayrıca toprak mikroorganizmaları biyotik ve abiyotik faktörler sonucu meydana gelen bitki stresini engellemeye de katkıda bulunurlar (Newsham et al., 1995).

## MİKROORGANİZMALAR VE TOPRAK İŞLEME SİSTEMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Anıza doğrudan ekim yönteminin uygulandığı topraklarda anızın toprağa karıştırılmaması sonucu özellikle alt toprak katmanlarında C ve N miktarında azalmalar meydana gelmektedir (Castro et al., 1991;Carter, 1991). Fakat uzun yıllar boyunca anıza doğrudan ekim yönteminin uygulandığı topraklarda geleneksel toprak işleme sistemlerine göre üst toprak katmanında daha fazla C ve N birikimi olduğu belirlenmiştir ( Bauer and Black 1981; Dick, 1983).

Anıza doğrudan ekim yönteminde kullanılan ürün rotasyonları arasında baklagillerin yeri oldukça önemlidir. Baklagiller ile yapılan ürün rotasyonları sayesinde toprak su erozyonundan büyük ölçüde korunur, bitki besin elementlerinin yıkanması engellenir, N birikimini sağlar ve besin elementlerinin hızlı bir şekilde kaybolmasının önüne geçilir (Huse et al., 1984). Toprağın organik madde içeriğindeki değişimler toprak fiziksel özelliklerini özellikle makro agregat yapısını etkiler (Tisdal and Oades; 1980). Topraktaki makro agregatlar özellikle su ve hava hareketliliği açısından önemlidir. Toprakta bulunan su ve hava miktarı da mikrobiyal canlılık için oldukça önemli bir konudur (Drew and Lynch, 1980). Bu yüzden mikro organizmaların hayatta kalması hem topraktaki su ve hava hareketlerine hem de organik maddenin ve pestisit kalıntılarının çözünmesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Anıza doğrudan ekim yönteminde yabancı ot kontrolü çoğunlukla kimyasal mücadele yöntemleriyle yapılmaktadır. Fakat bu kimyasalların toprak canlıları üzerindeki etkileri büyük ölçüde organizmaların kimyasallara gösterdiği dirence bağlı olmakla birlikte değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle herbisitlerin toprağın mikrobiyal aktivitesi üzerine etkileri hakkında net bir yorum yapmak oldukça zordur.

## MİKROBİYAL KÜTLE ve AKTİVİTE

Toprak işlemeden sonra toprağın mikrobiyal kütlesi ve aktivitesinde önemli değişiklikler meydana gelebilir. Uygulanan ürün rotasyonundan bağımsız olarak anıza doğrudan ekim yönteminin uygulandığı alanlarda özellikle ilk 10 cm toprak derinliğinde mikrobiyal kütle geleneksel toprak işlemeye göre daha fazla olduğu yapılan birçok araştırmada gözlenmiştir. Cattelan et al., (1999 ) yaptıkları araştırmada toprağın mikrobiyal kütlesi mantar popülasyonu ve fasulye verimi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu belirtmiştir. Ancak aynı araştırmacının yaptığı bir diğer çalışmada bu doğrusal ilişkiyi belirleyememiştir (Cattelan et al., 1999).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, toprağın mikrobiyal kütlelerinin ve aktivitesinin; toprak işleme, malçlama, ürün tipi, (Grayston et al., 1998), rotasyon, (Dick, 1992), gübreleme, pestisit uygulamaları (Bossio et al., 1998) ve drenaj (Bardgett et al.,1999) uygulamalarından etkilendiği belirlenmiştir.

Feng et al., (2003), araştırmalarında, anıza doğrudan ekim yönteminde elde edilen mikrobiyal karbon kütlelerinin, geleneksel toprak işlemeye göre Şubat ayında % 60, Mayıs ayında % 140 ve Ekim ayında ise % 75 oranında daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Aslam et al., (1999) , 0-10 cm toprak derinliğinde anıza doğrudan ekimin uygulandığı parsellerde geleneksel toprak işlemeye göre daha fazla oranda mikrobiyal kütle olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Speddink et al., (2004), anızlı topraklarda, anızsız topraklara göre % 61–96 oranında daha fazla mikrobiyal karbon ve nitrojen içeriğinin olduğunu gözlemişlerdir. Malhi et al., (2006), toplam organik karbon ve azot fraksiyonlarının anızlı tarlalarda anız uygulamasının yapılmadığı tarlalara göre daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda yeşil gübre uygulamasının toprakta N ve P kütlelerini artırdığı, aynı zamanda toprak organik

maddesini, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini de koruduğu belirtilmiştir (McVay et al., 2006).

### **Enzim Aktivitesi**

Toprak enzimleri, toprağın mikrobiyal aktivitesinde önemli bir rol oynar. Enzimler, toprak içerisindeki kimyasal reaksiyonların başlamasını ve hızlı bir şekilde ilerlemesini sağlar. Enzim aktiviteleri toprağın mikro floraları ile yakın ilişkilerinden dolayı toprak özelliklerinin değişiminde etkili olur ve bu nedenle iyi bir toprak kalite kriteri olarak kabul edilir.

Monokrousos et al., (2006), anıza doğrudan ekimin yapıldığı topraklarda ilk 5 cm toprak derinliğinde diğer toprak işleme sistemlerine göre daha fazla miktarda suda çözünebilir karbon ve enzim aktivitesinin olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Jordan ve Kremer, (1994) ve Roldon et al., (2005), anızlı toprak koşullarında anıza doğrudan ekim yönteminde diğer toprak işleme sistemlerine göre daha fazla miktarda mikrobiyal kütle ve enzim aktivitesinin olduğunu gözlemlemişlerdir. Benzer şekilde; Monokrousos, (2006), organik tarımın uygulandığı topraklarda geleneksel toprak işleme sistemlerinin uygulandığı topraklara göre daha fazla enzim aktivitesinin olduğunu belirtmiştir.

### **Biyolojik Aktivite**

Toprakta biyolojik aktiviteye sahip olan toprak organizmaları, bitkisel ve hayvansal kökenli artıkların ayrıştırılmasını, biyokimyasal döngünün devamını ve toprak struktürünün oluşumunu kontrol altına alarak, toprak kalitesinin artmasında yardımcı olmaktadır. Toprak organizmaları; makro ve mikro olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Mikroorganizmalar nitrojen döngüsü, toprak agregasyonu, bitki patolojisi ve bitki gelişimi üzerinde önemli rol oynamaktadır (Buckley ve Schmidt, 2001).

Toprak işleme, ürün rotasyonu ve gübreleme gibi toprak yönetim uygulamaları, mikroorganizma popülasyonu ve mikrobiyal aktivite üzerinde etkili olmaktadır. Toprak kalite kriterlerinin temelini oluşturan mikrobiyal aktivite, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden daha kısa sürede etkilenir. Toprağın enzim aktivitesi gibi mikrobiyolojik özellikler toprak yönetimindeki değişime daha hızlı bir şekilde tepki verir. Yapılan araştırmalarda, yoğun toprak işleme sonucunda infiltrasyon oranı artmakta ve iyi bir havalanmaya olanak veren topraktaki makro organizma yuvalarının dağıtılıp sayılarının azaltıldığı ve buna bağlı olarak toprak kalitesinin azaldığı ifade edilmektedir (Buckerfield et al., 1997; Kladvko et al., 1997). Toprağın mikrobiyal kütlelerinin aktivitesi ve sürekliliği toprağa karbon girişi ile ilişkili olarak değişim göstermektedir. Sürekli üretim yapılan arazilerde toprak yüzeyinde anızın bulunması ve anıza doğrudan ekim yönteminin uygulanması mikrobiyal aktivite ve mikrobiyal kütleleri geliştirir (Salinas-Garcia et al., 1997). Carter et al., (2002), toprak işlemenin azaltılmasının topraktaki makro organizma sayısını artırdığını belirtmiştir.

Marinari et al., (2006), organik tarımın uygulandığı topraklarda; mikrobiyal aktivite, toprağın toplam nitrojen ve fosfor içeriği, mikrobiyal kütle ve enzim aktivitesinin diğer topraklara göre önemli düzeyde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Anızlı tarla koşullarında yürütülen bazı araştırmalarda, anıza doğrudan ekim yönteminin uygulandığı alanlarda geleneksel toprak işleme göre daha fazla mikrobiyal aktivite ve mikrobiyal kütle meydana geldiği belirlenmiştir (Salinas-Garcia et al., 1997; Staley 1988).

## SONUÇLAR

Toprak isleme toprağın sıkışmasına neden olan en önemli faktörlerden biridir. Tarla trafiğindeki artış toprağı fazla miktarda sıkıştırmakta, buda bitkinin kök gelişimini ve topraktan besin elementi alımını azaltmaktadır. Bundan dolayı geleneksel toprak isleme uygulamalarının yerine; azaltılmış toprak isleme, şeritsel toprak isleme gibi tohum yatağını bir geçişte ekime hazır hale getiren toprak isleme uygulamalarının ve anıza doğrudan ekim yönteminin kullanılması günümüzde zorunlu hale gelmiştir. İnfiltrasyon oranı kök ve bitki gelişimini etkilediğinden dolayı toprak kalite kriterleri arasında önemli bir yere sahiptir. Anıza doğrudan ekim ve azaltılmış toprak isleme uygulamaları ile tarla trafiği azalmakta ve diğer toprak isleme uygulamalarına göre daha fazla infiltrasyon oranı elde edilmektedir.

Agregat stabilizesi; agregat büyüklük dağılımını, infiltrasyon oranını ve toprak erozyonunu etkileyen önemli bir toprak kalite kriteridir. Toprağın alt üst edilerek işlenmesi agregat stabilizesini azaltır. Anıza doğrudan ekim yöntemi ve azaltılmış toprak isleme uygulamaları diğer toprak isleme uygulamalarına göre toprağın agregat stabilizesini geliştirir.

Topraktaki organik madde içeriği, toprağın nitrojen döngüsünü, katyon değişim kapasitesini, agregat stabilizesini etkilemektedir. Anıza doğrudan ekim, azaltılmış toprak isleme ve organik tarım uygulamaları geleneksel toprak isleme yöntemine göre toprağın organik madde içeriğini daha fazla artırmaktadır. Anızlı tarla koşullarında ekim ve malçlama uygulamaları da toprak organik maddesinde artışa neden olmaktadır. Mikrobiyal aktivite ve mikrobiyal kütle; toprak strüktürünü, nitrojen döngüsünü, katyon değişim kapasitesini ve agregat stabilizesini önemli düzeyde etkilemektedir. Ürün rotasyonu, gübreleme, anıza doğrudan ekim, azaltılmış toprak isleme ve organik tarım uygulamaları geleneksel toprak islemeye göre toprağın mikrobiyal kütlelerini ve aktivitesini artırmaktadır.

Toprağın enzim aktivitesi mikrobiyal aktiviteyi etkileyen önemli bir toprak kalite kriteridir. Anıza doğrudan ekim, azaltılmış toprak isleme ve organik tarım uygulamaları toprağın enzim aktivitesini artırmaktadır.

## Kaynaklar

- Aslam, T., Choudhary, M. and Sagar, S., (1999). Tillage impacts on soil microbial biomass C, N and P, earthworms and agronomy after two years of cropping following permanent pasture in New Zealand. *Soil & Tillage Research*, 51, 103-111.
- Bardgett, R.D., Lovell, R.D., Hobbs, P.J. and Jarvis, S.C., (1999). Seasonal changes in soil microbial communities along a fertility gradient of temperate grasslands. *Soil Biology & Biochemistry*, 31, 1021-1030.
- Bauer, A. and Black, A.L., (1981). Soil carbon, nitrogen, and bulk density comparisons in two cropland tillage systems after 25 years and in virgin grassland, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45, 1166.
- Bossio, D.A., Scow, K.M., Gunapala, N. and Graham, K.J., (1998). Determinants of soil microbial communities: effects of agricultural management, season, and soil type on phospholipid fatty acid profiles. *Microbial Ecology*, 36, 1-12.

- Buckerfield, J.C., Lee., K.E., Davoren, C.W. and Hannay, J.N., (1997). Earthworms as indicators of sustainable production in dryland cropping in Southern Australia. *Soil Biol. Biochem.*, 29, 547–554.
- Buckley, D.H. and Schmidt, T.M., 2001. The structure of microbial communities in soil and the lasting impact of cultivation. *Microb. Ecol.*, 42, 11–21.
- Campbell, C. A., Biederbeck, V.O., Zentner,P.R. and Lafond, G.P., 1991. Effect of crop rotations and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin Black Chernozem, *Can. J. Soil Sci.*, 71, 363, 1991.
- Campbell, C.A., Selles, F., Lafond, G.P., 2001. Tillage - fertilizer changes, effect on some soil quality attributes under long-term crop rotations in a thin Black Chernozem, *Can. J. Soil Sci.*, 81, 157.
- Carter, M., Sanderson, J., Ivany, J. and White, R., 2002. Influence of rotation and tillage on forage maize productivity, weed species, and soil quality of a fine sandy loam in the cool-humid climate of Atlantic Canada. *Soil & Tillage Research*, 67, 85–98.
- Carter, M.R., 1991. Ninhydrin-reactive N released by the fumigation-extraction method as a measure of microbial biomass under field conditions. *Soil Biol. Biochem.*, 23, 139.
- Castro, C. F., Filho J.C., Henklain M.J., Vieira R., Casão Jr., 1991. Tillage methods and soil and water conservation in southern. Brazil, *Soil Tillage Res.*, 20, 271.
- Cattelan, A. J., Torres, E., and Spoladori, C. L., 1999. Soil tillage systems with wheat/soybean rotation and soil microorganisms, in Londrina, Brazil, *Revista Brasileira Ciência Solo*, 21, 303.
- Dalal, R. C., Henderson, P. A., and Glasby, J. M., 1991. Organic matter and microbial biomass in a vertisol after 20 yr of zero-tillage, *Soil Biol. Biochem.*, 23, 435.
- Derpsch, R., Sidiras, N., and Heinzmann, F. X.,1985. Soil management with winter cover crops, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20, 761.
- Dick, R.P., 1992. A review: long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 40, 25–36.
- Dick, W., 1983. Organic carbon, nitrogen, and phosphorus concentration and pH in soil profiles as affected by tillage intensity, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47, 102.
- Doran, J.W., 1987. Microbial biomass and mineralizable nitrogen distributions in no-tillage and plowed soil. *Biol. Fertil. Soils*, 5, 68.
- Drew, M. C. and Lynch, J. M., 1980. Soil anaerobiosis, microorganisms, and root function, *Annu. Rev. Phytol.*, 18, 37.
- Faulkner EH (1943) *Plowman's folly*. Michael Joseph, London
- Feng, Y., Motta A.C., Reeves D.W., Burmester, C.H., Van, S. and Osborne, J.A., 2003. Soil microbial communities under conventional-till and no-till continuous cotton systems. *Soil Biology & Biochemistry*, 35, 1693–1703
- Friedrich T, Derpsch R, Kassam AH (2012) Global overview of the spread of conservation agriculture. *Field Actions Sci Rep* 6:1–7.
- Giller, K. E. et al., Beareb, M.H., Lavellec, P., Swifte M.J., 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function, *Appl. Soil Ecol.*, 6, 3.



- Grayston, S.J., Wang, S., Campbell, C.D. and Edwards, A.C., 1998. Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. *Soil Biology & Biochemistry*, 30, 369–378.
- Haggblade S, Tembo G (2003) Conservation farming in Zambia EPTD. Discussion Paper No. 108, International Food Policy Research Institute, Washington.
- Hillel D (1991) *Out of the earth: civilization and the life of the oil*. Free, New.
- Hillel D (1998) *Environmental soil physics*. Academic, San Diego.
- Hobbs RP, Sayre K, Gupta R (2008) The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Phil Trans R Soc B* 363:543–555.
- Jordan, D. ve Kremer, R., 1994. Potential microbial methods as indicators of soil quality in historical agricultural fields. In: Pankhurst, C. (Ed.), *Management of Soil Biota*. CSIRO, South Adelaide, 245–249.
- Karlen, D. L. et al., Wollenhauptb. N.C., Erbacha, D.C., Berrya, E.C., Swanc J.B., Eashc, N.S., Jordahld, J.L., 1994. Long-term tillage effects on soil quality, *Soil Tillage Res.*, 32, 313.
- Kirchner, M. J., Wollum, A. G., II, and King, L. D.(1993). Soil microbial populations and activities in reduced chemical input agroecosystems, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57, 1289.
- Kladivko, E.J., Akhouri, N.M. and Weesies, G., 1997. Earthworm populations and species distributions under no-till and conventional tillage in Indiana and Illinois. *Soil Biol. Biochem.*, 29, 613–615.
- Malhi, S.S., Lemke, R., Wang, Z.H. and Chhabra, B.S., 2006. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. *Soil & Tillage Research*, 90, 171-183.
- Marinari, S., Mancinelli, R., Campiglia, E. ve Grego, S., 2006. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecological Indicators*, 701–711.
- McVay, K. A., Budde, J. A., Fabrizzi, K., Mikha, M. M., Rice, C. W., Schlegel, A. J., Peterson, D. E., Sweeney, D. W. and Thompson, C., 2006. Management Effects on Soil Physical Properties in Long-Term Tillage Studies in Kansas. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 70, 434-438.
- Monokrousos, N., Papatheodorou, E. ve Diamantopoulos, Stamou G., 2006. Soil quality variables in organically and conventionally cultivated field sites *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 1282–1289.
- Newsham, K. K., Fitter, A. H., and Watkinson, A. R.,1995. Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field, *J. Ecol.*, 83, 991.
- Rasmussen, P. E. and Collins, H. P.,1991. Long-term impacts of tillage, fertilizer, and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions, *Adv. Agron.*, 45, 93.
- Roldán, A Salinas-García,J., Alguacil, M., Dí'az, E. ve Caravaca, F., 2005. Soil enzyme activities suggest advantages of conservation tillage practices in sorghum cultivation under subtropical conditions. *Geoderma*, 129,178– 185.
- Salinas-Garcia, J.R., Hons, F.M., Matocha, J.E. and Zuberer, D.A., 1997. Soil carbon and nitrogen dynamics as affected by long-term tillage and nitrogen fertilization. *Biol. Fert. Soils*, 25, 182–188.

- Smith, M. S., Frye, W. W., and Varco, J. J.,1987.Legume winter cover crops, *Adv. Soil Sci.*, 7, 95–139.
- Spedding, T., Hamel, C., Mehuys, G. and Madramootoo, C., 2004 Soil microbial Dynamics in maize-growing soil under different tillage and residue management systems *Soil Biology & Biochemistry* 360, 499–512.
- Staley, T.E., Edwards, W.M., Scott, C.L. and Owens, L.B., 1988. Soil microbial biomass and organic component alterations in a no-tillage chronosequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52, 998–1005.
- Staley, T.E., Edwards, W.M., Scott, C.L. ve Owens, L.B., 1988. Soil microbial biomass and organic component alterations in a no-tillage chronosequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52, 998–1005.
- Tisdall, J. M. and Oades, J. M.(1980). The effect of crop rotation on aggregation in a Redbrown earth, *Aust. J. Soil Res.*, 18, 423.

**EFFECT OF MgO ADDITIVE (METALLIC SALT) ON THE COAL COMBUSTION  
PROCESS**

**Elif Yağmur KIZILIRMAK<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Jale NAKTİYOK\*<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Eskişehir Sugar Factory, Eskişehir, Turkey

<sup>2</sup>Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Atatürk University, Erzurum,  
Turkey

**ABSTRACT**

The production and consumption of coal is very important, and most of the coal from mine is used directly as fuel in our country. It is necessary to improve the combustion conditions of raw coal for the energy efficiency and controlling the environmental pollution.

It has been carried out many researches about the coal combustion process in recent years. In particular, the catalytic combustion has been performed to improve the combustion efficiency and to meet pollution emission requirements. Therefore, the addition of the alkali metal salt to coal has gained progressively.

In this study, it was investigated the effect of MgO (metallic salt) on the combustion behavior of coal under non-isothermal at TGA apparatus. The coal was provided from Tavşanlı-Kütahya. The combustion profile was obtained with TG-DTG/DSC analysis. The profile give information us the reactivity of coal. The experiments were performed from ambient temperature to 900°C at different heating rates ( $\beta=2.5, 5, \text{ and } 10^\circ\text{C}/\text{min}$ ). To evaluate the catalytic effects of %10 MgO additive, it was used both the kinetics analysis and the characteristics temperatures (the ignition temperature, the peak-max, and burn out performance). In addition, the kinetics parameters (activation energy and pre-exponential factor) were determined by using the Ortega method and the Master-Plot method. Compared with the activation energy of original coal, the value of the MgO added sample decreased. It was seen that MgO addition in coal accelerated the combustion rate and the ignition, the peak-max and the burn-out temperatures decreased. It was understood that the rate determining step of combustion process was  $R_3:[1-(1-\alpha)^{1/3}]$  (limiting surface reactions both surfaces) model. The combustion process of coal with %10 MgO additive seemed to have the more effective oxidation mechanism.

**Keywords:** Combustion, Thermal analysis, MgO additive, Kinetics analysis

## 1. INTRODUCTION

Coal is a sedimentary rock of fossil origin and is one of the most important energy sources and will continue to be the primary energy source for a long time. Although other fuels today are partially replaced by coal, coal will be in the service of humanity and scientists for many years as it is a source of energy with the most reserves (Hiçyılmaz vd., 2002).

Coal is the primary energy sources and low-carbon coal in Turkey constitutes a large portion of this energy source. Therefore, the effective use of low-grade coal in Turkey is very important. Lignite, a representative of low carbon coals, is an important source of energy in many areas in the world [<https://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/2014-butce-sunum.pdf>].

Many methods have been researched and developed for the efficient and clean use of coal. Because of some problems with direct coal use, the priority has been given to research on the improvement and modification of coal technology and to a number of studies that may help to improve the properties of coal (Khatami and Levendis, 2016).

These include oxygen-to-air ratio, coal particle size, preparation of different coal mixtures and catalytic combustion. It is also necessary to increase the furnace and boiler efficiency to improve the combustion performance of coal. Adding substances to coal is one way to increase productivity (Khatami and Levendis, 2016).

The catalytic combustion of coal (the process of adding additives) has attracted a lot of attention due to complete combustion processes and the formation of pollutants in the lower amounts of exhaust gases after combustion. Various chemical components, especially alkali-metal, transition metals, alkaline earth chemical compounds such as alkaline are investigated on a laboratory scale. It is also used in many areas such as thermal power plants, cement factories and civilian. In order to improve the combustion behavior of coal, it is possible to save capital costs by mixing these additives or catalysts directly with pulverized coal before combustion process [Ma et al., 2006].

In the study by Hu et al. (2018), the effects of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  and  $\text{MnO}_2$  on the combustion characteristics and kinetics of coal-coal mixtures were investigated using thermogravimetric analysis (TGA) and differential scanning calorimetry (DSC). The results showed that the catalysts had a positive effect on the combustion characteristics of coal-coal mixtures, especially coal-coal blends in the first period of combustion. With the addition of catalyst (1.5% by mass), it was observed that the volatility release and the ignition point reduced, and the coal was supported to start burning under low temperature. In addition, two kinetic models

( $R_2$  and  $F_1$ ) have been adopted for the calculation of kinetic parameters at different stages of combustion processes. As a result, with the addition of  $Fe_2O_3$  or  $CaO$ , the activation energy in the second stage was determined to fall from 86.0 kJ/mol to 76.92 kJ/mol and 75.12 kJ/mol, respectively. No significant decrease was observed in the third stage of the combustion process of the samples.

The purpose of this work is specifically to compare the combustion process of  $MgO$  additive-coal and original coal, and to show the utility of model-fitting method by using non-isothermal thermogravimetric data in selecting the kinetics analysis of the combustion process for both samples. Obtained parameters may be useful for the practical applications; for example, the characteristics temperatures from the combustion profile, and the activation energy. They will give us the knowledge about the combustion reactivity of  $MgO$ -coal and original coal

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 1. Sample preparation

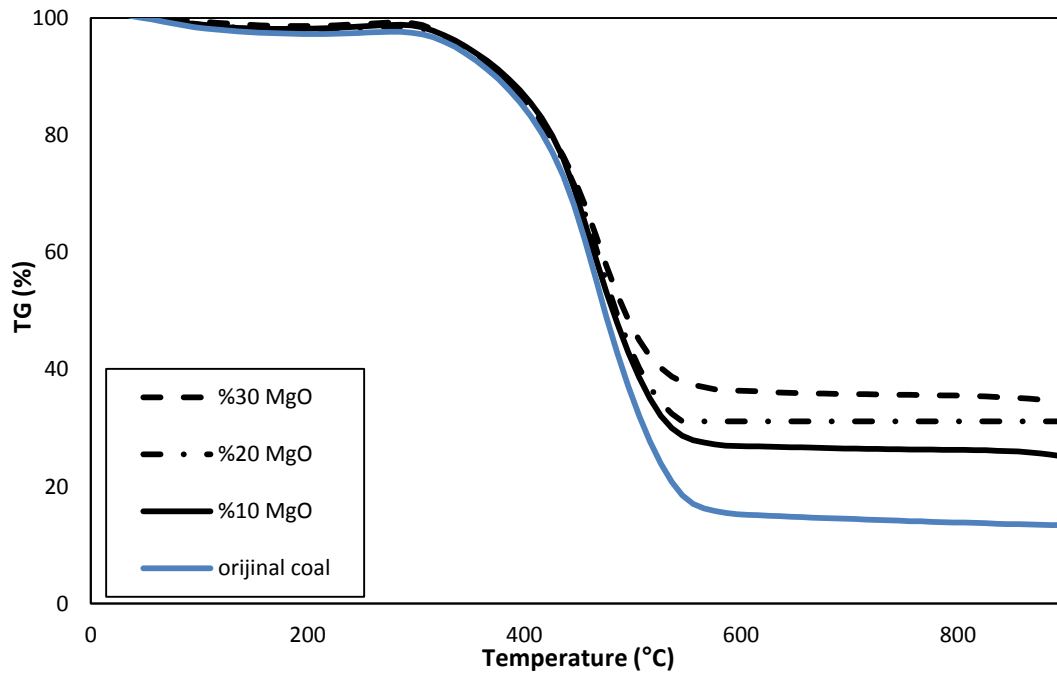
Coal used in this study is from Tavşanlı (Kütahya) Turkey. The sample was stored in airless-pouches and in a vacuum dessicator to avoid air-oxidation before usage. The detailed elemental and chemical analyses of the sample can be found elsewhere [Naktiyok, 2018].  $MgO$  (Merck) at different proportions of 10, 20, and 30% was added physically to the coal and it was mixed continuously for 10 minutes.

### 2. Thermal analysis

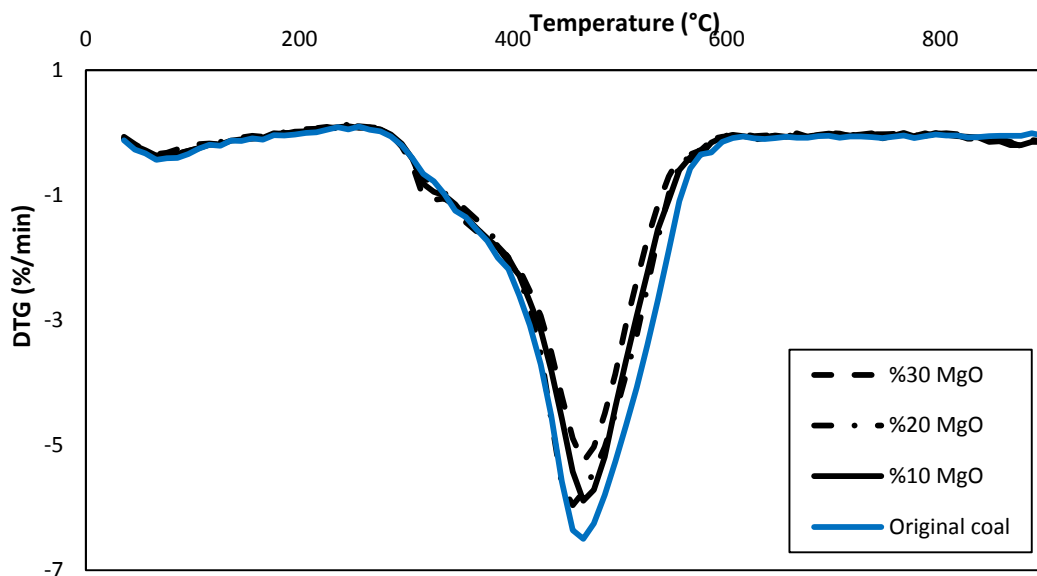
Thermogravimetric analysis of the sample was performed on an NETZSCH STA 409 PC Luxx with high resolution balance systems (the balance and temperature control system can accurately record weight loss of 0.001 mg and temperature of 0.1 K). The calcined  $\alpha-Al_2O_3$  powder as the standard reference was used. The sample (~20 mg, and wet sample) was put into a pan. TG analysis for  $MgO$ -coal at different proportions was carried out at 10°C/min heating rate. The oxidation process (%10  $MgO$ -coal) was investigated from 25 to 900°C at heating rates of 2.5, 5, 10°Cmin<sup>-1</sup>. The data obtained from TG were used to analyze the kinetics of oxidation process. Before the experiments, calibration settings of the instrument were carried out by using calibration sets provided by Netzsch firm.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

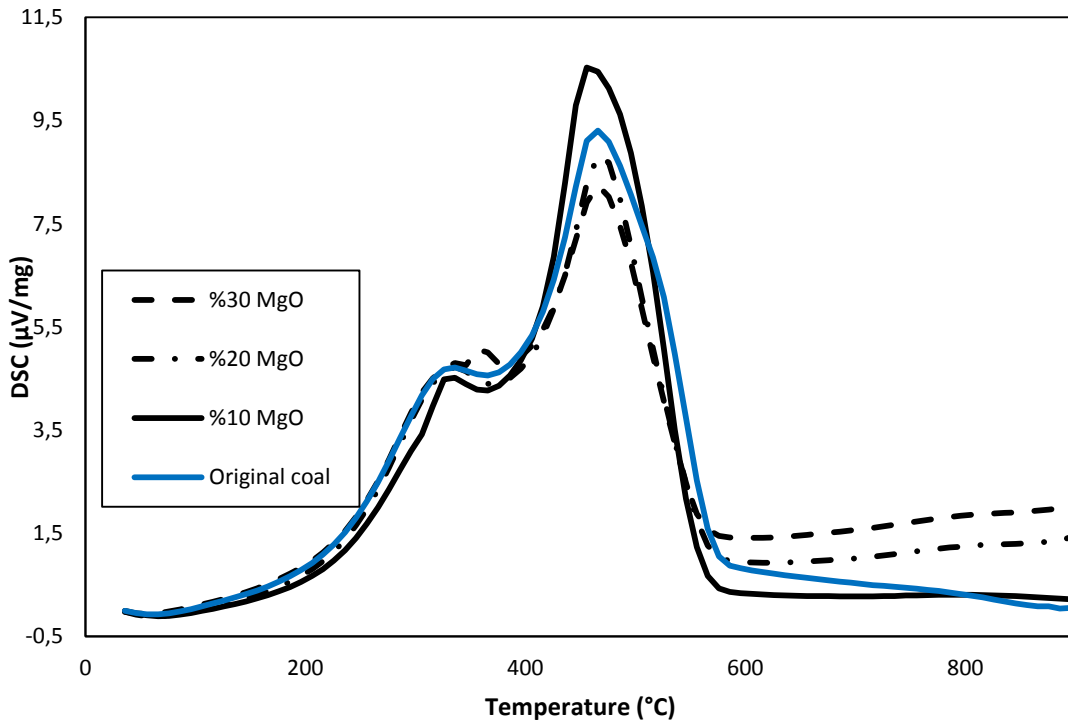
#### I. TG-DTG/DSC Analysis



**Figure 1.** TG curves of MgO-coal samples at different proportions for 10°C/min heating rate



**Figure 2.** DTG curves of MgO-coal samples at different proportions for 10°C/min heating rate



**Figure 3.** DSC curves of MgO-coal samples at different concentration for 10°C/min heating rate

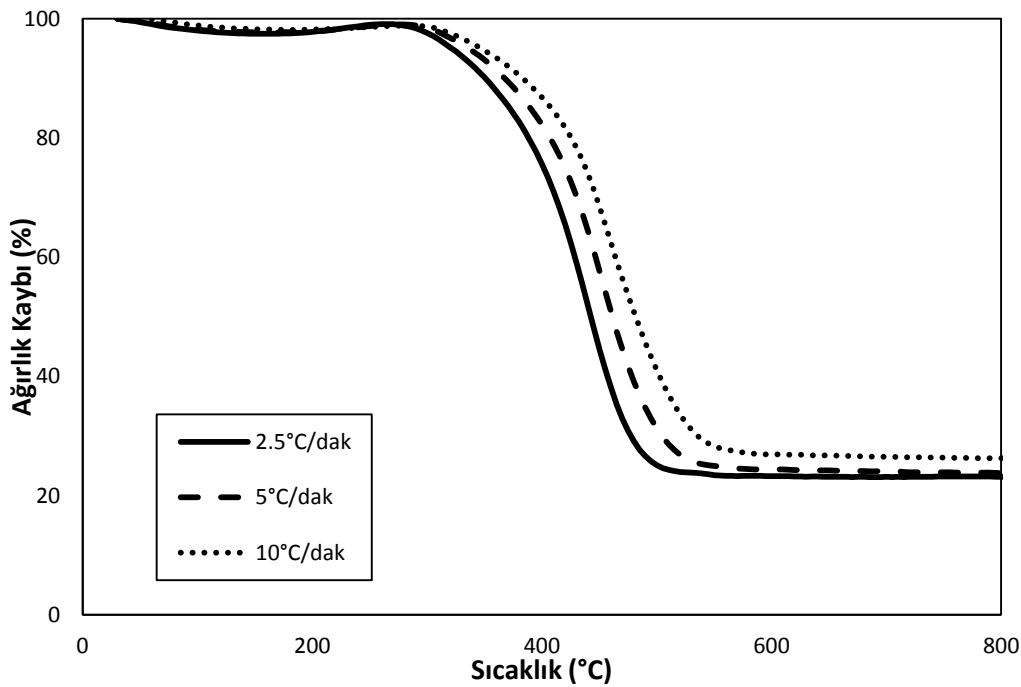
TG-DTG/DSC curves of MgO-coal at different proportions obtained at 10°C/min heating rate are shown in Figure 1, 2, and 3. When the curves are examined, it is seen that MgO-coal samples have

- The mass loss of up to 25~160°C in the first zone (approximately 2%)
- The mass gain of 0.68% up to 160~285°C
- The main combustion zone at 285°C to 620°C. The mass loss of up to 75% is observed for 10% MgO-coal.

The ignition, the peak-max and the burn-out temperatures (key features at combustion profile) were obtained from DTG curves at Figure 2. The characteristics temperatures %10MgO-coal and original coal was given in Table 1. The temperatures indicate the combustibility of coal. The most important is the peak-max temperature (maximum weight loss rate). The coals with lower peak temperature can be easily ignited and burned (Marinova et al., 2009) and when this temperature is high, the coal is less reactive. It is seen that the temperatures of %10 MgO-coal differs from the original coal's values. The peak-max and the ignition temperature decreases with addition of %10 MgO. The burn-out temperature is almost constant value for both two samples. As a fuel parameter, the burn-out temperature displays the residence time and the completion of oxidation (Varol et al., 2010; Liu et al., 2012).

**Table I.** The characteristics temperature of coal obtained from TG-DTG profiles

Tsh (°C)		Tig (°C)		Tpeak-max (°C)		Tb-out (°C)	
Original coal	%10MgO-coal	Original coal	%10MgO-coal	Original coal	%10MgO-coal	Original coal	%10MgO-coal
157	165	377	340	481	455	607	600



## II. Kinetic Analysis

It was plotted TG curves of %10 MgO-coal at different heating rates (2.5, 5, and 10°Cmin<sup>-1</sup>) in air atmosphere under non-isothermal conditions in the range of 25-900°C temperatures. The model-fitting method with results obtained from TG data was used to determine the kinetics expressions. The calculated activation energy shows the energy barrier of the combustion region. In particular, it is very important data for the determining the effect of MgO addition on the combustion process of coal.

It is generally evaluated by model-fitting method the kinetics of combustion and pyrolysis process [Lu et al. 2013; Elbeyli and Pişkin 2006; Yorulmaz and Atımtay 2009]. In Table II, it is tabulated the activation energies belonging to the g( $\alpha$ ) values that are general reaction mechanisms and calculated by the method suggested by Ortega. It was selected the mechanism with the highest correlation coefficient ( $R^2$ ) from these values in the analysis. According the data, some mechanisms have high  $R^2$  values. Therefore, it was applied the Master-Plot method to determine the combustion mechanism of coal. It was obtained that it is



best described  $R_3$  model. When the solid-state reaction mechanism is  $(R_n)$ , it shows the limiting surface reaction between both phases.

**Table 2.** Activation energies of %10 MgO-coal calculated for various solid-state mechanisms

Mechanism	$g(\alpha)$	Heating rates ( $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ )		
		$\beta= 2.5$	$\beta= 5$	$\beta= 10$
First order chem. reaction	$F_1$ $-\ln(1-\alpha)$	85.20	87.09	87.94
Second order chem. reaction	$F_2$ $(1-\alpha)^{-1}-1$	119.97	119.99	121.39
One-dimensional diffusion	$D_1$ $\alpha^2$	124.68	126.99	127.97
Two-dimensional diffusion	$D_2$ $\alpha+(1-\alpha)\ln(1-\alpha)$	137.28	139.96	141.12
Limiting surface reaction (cylindrical)	$R_2$ $1-(1-\alpha)^{1/2}$	62.68	64.16	64.80
<b>Limiting surface reaction (spherical)</b>	<b><math>R_3</math>   <math>1-(1-\alpha)^{1/3}</math></b>	<b>66.61</b>	<b>68.21</b>	<b>68.91</b>
Nucleation and growth (n=2)	$A_2$ $-\ln(1-\alpha)^{1/2}$	42.60	43.54	43.97
Nucleation and growth (n=3)	$A_3$ $-\ln(1-\alpha)^{1/3}$	28.40	29.03	29.31

$R_3$  is used for a three-dimensional phase boundary reaction and means a sphere reacting from the surface inward.  $R_n$  model states the limiting surface reaction between both phases. In general, it is considered as a model that governs the combustion processes of various carbonaceous substance.

The average  $E_a$  values of main combustion region were obtained from Ortega method  $67.9 \text{ kJmol}^{-1}$  (Table 2). In the previous study, the activation energy of original coal was found by using Coats-Redfern methods as  $78.4 \text{ kJmol}^{-1}$  and the rate determining step was  $F_1$  (first-order kinetic mechanism). In this study, it is seen that the activation energy of MgO-coal has a lower value than original coal.

## CONCLUSION

In this study, it was obtained the characteristic temperatures and the kinetics parameters of the combustion process of %10 MgO-coal by using thermogravimetric analysis (TG). It was seen that the ignition and the peak-max temperature decreased, but the burn-out temperature was constant. The activation energy of %10 MgO-coal is  $67.9 \text{ kJ/mol}$  and the rate determining step is  $R_3$ . It has a lower values than that of the original coal. According to the results, it may be said that MgO addition (%10) increases the reactivity of combustion.

## REFERENCES

- Elbeyli, Y., and Pişkin, S. 2006. Combustion and pyrolysis characteristics of tunçbilek lignite. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 83(3), 721-726.
- Hiçyılmaz, C. Özbaş, K. E. Kök, M. V. 2002. 13. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Kömür  
Yıkamanın Yanma Kinetiği Açısından Faydaları, 29-31 Mayıs, Zonguldak, Türkiye  
<https://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/2014-butce-sunum.pdf>
- Hu, Y., Wang, Z. Cheng, X. Liu M. and Ma, C. 2018. Effects of catalysts on combustion characteristics and kinetics of coal-char blends. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 133.
- Khatami, R. Levendis, Y. A. 2016. An overview of coal rank influence on ignition and combustion phenomena at the particle level, *Combustion and Flame*, 164, 22-34.
- Liu Z, Quek A, Hoekman S.K, Srinivasan MP, Balasubramanian, R 2012.  
Thermogravimetric investigation of hydrochar-lignite co-combustion. *Bioresource Technology*, 123, 646-652.
- Lu, K.M., Lee, W.J., Chen, W.H., Lin, T.C. 2013. Thermogravimetric analysis and kinetics of co-pyrolysis of raw/torrefied wood and coal blends. *Applied Energy*, 105, 57-65.
- Ma, B-G., Li, X-G., Xu, L., Wang, K., Wang, X-G. 2006. Investigation on catalyzed combustion of high ash coal by thermogravimetric analysis. *Thermochim Acta* 445 19-22.
- Marinova, S.P., Gonsalvesh, L., Stefanova, M., Yperman, J., Carleer, R., Reggers, G., Yürüm, Y., Groudeva, V., Gadjanov, P. 2009. *Thermochimica Acta*, 497(1-2), 46-51.
- Naktiyok, J. 2018. Determination of the self-heating temperature of coal by means of TGA analysis. *Energy&Fuels*, 32 (2), 2299–2305
- Yorulmaz, S.Y., Atımtay, A.T. 2009 Investigation of combustion kinetics of treated and untreated waste wood samples with thermogravimetric analysis. *Fuel Processing Technology*, 90, 939-946.

## FLUORESCENT CHEMOSENSORS FOR METAL IONS DETECTION

Dr. Elif ŞENKUYTU

Department of Chemistry, Gebze Technical University, Kocaeli, Turkey.

Transition and heavy metal ions play an important role in biological, environmental and chemical systems and metal ion recognition is of significance in chemistry, so chemosensors are essential tools for the detection of metal ions. Chemosensors are compounds showing remarkable changes in their electronic, magnetic or optical properties in binding with specific analytes, and have attracted increasing interests in various fields due to their useful features. The development of selective chemosensors for the detection of toxic heavy metal ions, especially in biological systems, has emerged as a significant target in the field of chemical sensors in recent years[1]. Significant effort has been focused on the development of selective and sensitive chemosensors due to their potential applications in many areas such as organic chemistry, drug delivery, biological chemistry and environmental research. Among the different chemosensors, fluorescence-based ones present many advantages: fluorescence measurements are usually very sensitive and selective (single molecule detection is possible), low cost, easily performed.

The development of selective and sensitive analytical methods for the detection of metal cations is an important area of research due to their important role in environmental, biological and industrial processes. To date, many analytical methods have been used for the detection of metals, such as atomic absorption spectroscopy (AAS), inductively coupled plasma atomic emission or inductively coupled plasma mass spectroscopy (ICP-AES, ICP-MS), ion-sensitive electrodes. But these methods are expensive and require large-sized samples. In recent years, the detection of metal cations by fluorescence methods has taken attention because of their significant advantages such as sensitivity, selectivity, rapid response time, local observation and lower detection limits[2]. Fluorescence sensor applications for metal detection can be carried out through the change of emission or absorption peak intensities. Countless fluorescence sensor studies for metal detection were performed to obtain high selectivity while getting lower detection limits[3].

**Keyword:** Chemosensor, Fluorescence sensor, Metal ions, fluorescence method

### References

- [1] (a) D.T. Quang, J.S. Kim, *Chem. Rev.* 110 (2010) 6280, (b) J.F. Zhang, Y. Zhou, J. Yoon, J.S. Kim, *Chem. Soc. Rev.* 40 (2011) 3416. (c) Z. Kowser, H. Tomiyasa, X. Jiang, U. Rayhhan, C. Redshaw, T. Yamato, *New J. Chem.* 39 (2015) 4055. (d) Y. Jeong, J. Yoon, *Inorg. Chim. Acta* 381 (2012) 2.
- [2] (a) J.R. Lakowicz (1994) *Topics in fluorescence spectroscopy*, vol 4. Plenum Press, New York (b) L. Fabbrizzi, A. Poggi, *Chem. Soc. Rev.* 24 (1995) 197.
- [3] (a) D. Phapale, A. Gaikwad, D. Das, *Spectrochim Acta Part A: Mol. and Biomol. Spect.* 178 (2017) 160. (b) D. Wu, A. C. Sedgwick, T. Gunnlaugsson, E. U. Akkaya, J. Yoon, T.D. James, *Chem. Soc. Rev.*, (2017) 46, 7105.

## SHAPE- AND SIZE- CONTROLLED ELECTROCHEMICAL SYNTHESIS OF BINARY SEMICONDUCTOR NANOPARTICLES

Dr. Öğr.Üyesi Fatma BAYRAKÇEKEN NİŞANCI<sup>1,2\*</sup>

1 Narman Vocational Training High School, Ataturk University, 25530, Erzurum, Turkey

2 Faculty of Sciences, Department of Chemistry, Ataturk University, 25240, Erzurum, Turkey

### ABSTRACT

The present study reports a method of electrodepositing binary semiconductor nanostructures with controllable morphology and size. Furthermore, we have also shown that it is possible to synthesized nanocrystalline deposits of compound semiconductor based on surface limited reaction (Zhu *et. al.* 2010) of M (transition metal atom) and X (chalcogen atom) from the same aqueous solution containing dissolved binary compounds. SEM, XRD techniques for morphological and structural investigations and energy dispersive spectroscopy (EDS) for qualitative and quantitative analysis, ultra violet and visible spectroscopy (UV-Vis) and photocurrent spectroscopy techniques for the band gap energy and photocurrents measurements were used (Bayrakçeken Nisancı *et. al.*, 2013). From the XRD patterns and the energy dispersive spectroscopy studies, the purity and crystallinity of the binary nanostructures were confirmed. The photoluminescence spectra showed an emission band in the ultra-violet region and another in the blue-green visible region. The photocurrent transients exhibited fast and uniform photocurrent responses, indicating that charge transport in these materials proceeds rapidly and may be associated with the single crystalline structure of binary semiconductors.

**Keywords:** *Electrodeposition, Semiconductor, Photoelectrode.*

### Introduction

Size-quantized semiconductor thin films, also referred to as quantum wells, have been used in optoelectronic, luminescence, and heterojunction devices. MX is a II-VI semiconductor with a large band gap and many potential application in thin-film device technology.(Torimoto *et al.* 2000) Because the properties of semiconductors depend both on the dimensions and the

superlattice structure, the film must be highly crystalline and have a particular single crystallographic orientation.

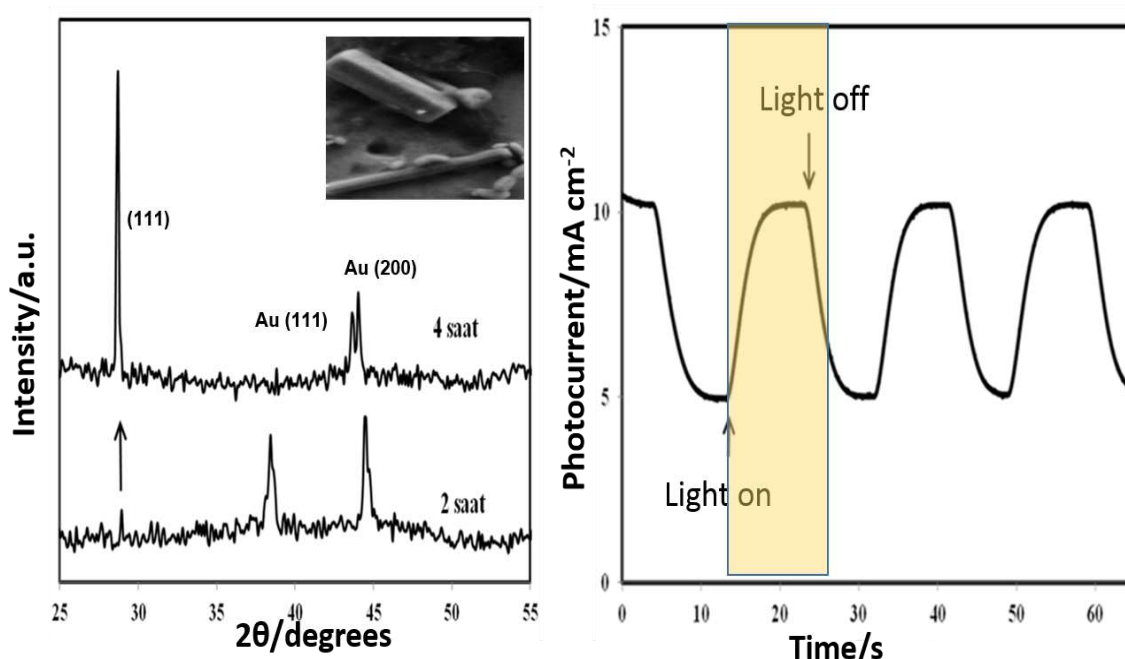
Electrochemical atomic layer epitaxy (ECALE) is an attractive electrosynthetic method of depositing thin films of II-VI compound semiconductors, (Gichuhi *et al.* 1998) which has been developed by Stickney.(Gregory and Stickney 1991) In ECALE based on layer-by-layer growth, the underpotential deposition was used to form the sequential atomic layers of each element of a compound semiconductor. Separate solutions and potentials are used to deposit atomic layers of each element electrochemically in a cycle in this method. The problems with this technique are that electrode is required to be rinsed after each up deposition, which may result in the loss of potential control, deposit reproducibility problems, and waste of solution. Automated deposition systems by ECALE were developed to overcome these problems. Another particularly promising method is the successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR), which is based on a sequential immersing of the substrates in the solutions of each element with rinsing between with water. The electrodeposition of inorganic compound semiconductors has been also proposed to occur by the so-called induced co-deposition mechanisms, which means that the reduction of the more noble component induces the reduction of the less noble component at a constant potential. In this article, we report on the growth of MX thin films deposited on single-crystalline Au (111) by new electrochemical co-deposition through a one-step process. To determine the characteristics of morphology, composition, and structure, the deposited films were examined by scanning tunneling microscopy (SEM-EDS), Photocurrent and X-ray diffraction (XRD) techniques. This study also provides information on the optical and electronic properties of the MX electrodeposited thin films of other metal oxide nanostructures and nanomaterials. .

## Results and Discussion

The voltammetric and coulometric measurements were performed with aBAS100B/W electrochemical workstation connected to a three-electrode cell (C3 Cell Stand, BAS). The working electrode was (111)-oriented single-crystal gold (Johnson Matthey, 99.999%) prepared as previously described by Hamelin. (Hamelin 1985) In all cases, an Ag|AgCl (3 M NaCl) electrode served as the reference electrode, and a platinum wire was used as the counter electrode. All of the electrolyte solutions used in this study were prepared from deionized water (i.e., >18 M $\Omega$ ) from a Milli-Q system. Figure 1a, XRD spectrum of the MX nanostructures deposited on the Au (111) electrode by a potential controlled electrolysis method for 2 and 4 hours at a cell temperature of 55 ° C. Depending on the electrodeposition time, the intensity of the diffraction peak increases with the increase in the MX film thickness,

while the diffraction peak intensity of the Au (111) substrate is also decreased. This indicates that MX film thickness can be controlled by deposition time.

In the photoactivity-time measurements obtained to characterize the photoelectrochemical properties of MX electrodes; an increase in the value of photoactivity was detected when the lighting started (Figure 1b). When the excitation source is switched off, the excess carriers return to the equilibrium value and the loss of the excess carriers generally causes a decrease in the photo-current value over time.



**Figure 1.** XRD spectrum of the electrodeposited MX nanostructures on Au (111) electrode (a), Photocurrent response of the electrodeposited MX nanostructures on an ITO electrode to on-off cycles of sun light illumination (b).

## Conclusions

This work clearly shows that the electrochemical deposition based on the upd potentials of M and X from the same solution containing M, and X is an experimentally simple technique for the synthesis of thin films of semiconductor materials. In addition, the results obtained in this study suggest that the thickness of the MX films can be controlled by the deposition time. We were able to obtain well-crystallized materials with good optical properties by a one-step process. Increasing the time for electrodeposition of MX leads to an increase in both the

thickness and the absorption wavelength, which causes a red shift in the band gap of semiconducting materials.

SEM and XRD results confirm the superior quality of thin film semiconductors prepared by this technique, in comparison to alternative electrochemical procedures that do not offer the same structural control. The photocurrent generated by the MX nanostructures is stable and repeatable over many cycles, indicating that the electrode is free from photocorrosion. The present electrochemical approach is also expected to stimulate interest in the investigation of the electrodeposition of other metal oxide nanostructures and nanomaterials

## REFERENCES

- Bayrakceken Nisançı F., Öznülür, T. and Demir, U., 2013. Photoelectrochemical properties of nanostructured ZnO prepared by controlled electrochemical under potential deposition. *Electrochimica Acta*, *108*, 281-287.
- Gichuhi, A.; Boone, B. E.; Demir, U.; Shannon, C. 1998. Electrochemistry of S Adlayers at Underpotentially Deposited Cd on Au(111): Implications for the Electrosynthesis of High-Quality CdS Thin Films. *J. Phys. Chem. B*, *102*, 6499-6506.
- Gregory, B. W.; Stickney, J. L. 1991. Electrochemical atomic layer epitaxy (ECALE). *J. Electroanal. Chem.*, *300*, 543- 561.
- Hamelin, A. 1985. *Mod. Aspects Electrochem.*, *16*, 1.
- Torimoto, T.; Obayashi, A.; Kuwabata, S.; Yasuda, H.; Mori, H.; Yoneyama, 2000. Preparation of size-quantized ZnS thin films using electrochemical atomic layer epitaxy and their photoelectrochemical properties. *Langmuir*, *16*, 5820-5824.
- Zhu, W., Liu, X., Liu, H., Tang, D. J., Yang, J. and Feng, J., 2010. Coaxial heterogeneous structure of TiO<sub>2</sub> nanotube arrays with CdS as a supertin coating synthesized via modified electrochemical atomic layer deposition. *J. Am. Chem. Soc.*, *136*, 12619-12626.

## KOYUN PNÖMONİLERİNDE PARAINFLUENZA 3 VİRÜS VARLIĞININ İMMUNOHİSTOKİMYASAL YÖNTEMLE ARAŞTIRILMASI

**Öğr. Gör. Gizem ESER<sup>1</sup> Prof. Dr. Yavuz Selim SAĞLAM<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı, ERZURUM, TÜRKİYE

### ÖZET

Bu çalışmada Erzurum ilinde yetiştirilen ve mezbahada kesilen koyun akciğer örneklerinde histopatolojik ve immunohistokimyasal (IHC) boyama yöntemi ile PI3 virüs antijeninin varlığı ve yaygınlığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Örnekleri sağlamak için 2017 yılının Ağustos-Kasım ayları arasında mezbahaya gidilerek kesilen 1462 koyunun akciğerleri makroskobik olarak muayene edildi. Çalışmada toplam 100 adet pnömonili koyun akciğer örneği incelendi. Alınan pnömonili akciğer örneklerinin rutin histopatolojik ve immunohistokimyasal incelemeleri gerçekleştirildi. İncelenen akciğer örneklerinin histopatolojik muayeneleri sonucunda gözlenen pnömoniler; kataral-irinli bronkopnömoni, fibrinli bronkopnömoni, interstisyel pnömoni, granülatöz pnömoni ve verminöz pnömoni olarak sınıflandırıldı. Sunulan çalışmada; incelenen örneklerde (n=100) %23 fibrinli bronkopnömoni, %14 kataral-irinli bronkopnömoni, %69 interstisyel pnömoni, %7 granülatöz pnömoni, %19 verminöz pnömoni ve %6 oranında da pulmoner adenomatöz bulgusuna rastlandı. Birçok olguda iki veya üç tip pnömoninin birlikte seyrettiği belirlendi. Koyun akciğer örneklerinin IHC boyanmasında PI3 virüs antijen pozitifliği %19 oranında tespit edildi. IHC yönteminde pozitifliklere çoğunlukla alveoler makrofajlarda, bronş, bronşiyol ve alveol epitel hücreleri stoplazmasında rastlandı. Araştırma bulguları sonucunda; Erzurum ilinde koyunlarda PI3 virüsün prevalansı immunohistokimyasal metodla %19 olarak belirlenmiş ve genellikle etkenlerin alveolar makrofaj, bronş, bronşiyol, alveoler ve bronş bez epitel hücrelerine yerleşim gösterdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Histopatoloji, immunohistokimya, koyun, parainfluenza 3, pnömoni



## INVESTIGATION OF PRESENCE OF PARAINFLUENZA 3 VIRUS WITH IMMUNOHISTOCHEMICAL STAINING METHODS IN SHEEP PNEUMONIA

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the presence and prevalence of PI3 virus antigen with histopathological and immunohistochemical (IHC) staining methods in sheep lung samples cut in slaughter in Erzurum province. Between August and November 2017, 1462 sheep were cut to in the slaughterhouse and their lungs were examined macroscopically. In total 100 of the lung samples with pneumonia were examined. Routine histopathological and immunohistochemical staining of the collected lung tissues with pneumonia were performed. As a result of macroscopic and histopathological examinations of the lung samples; catarrhal-purulent bronchopneumonia, fibrin bronchopneumonia, interstitial pneumonia, granulomatous pneumonia, and verminous pneumonia observed. Pneumonia observed as a result of macroscopic and histopathological examination of the lung samples were classified as; catarrhal-purulent bronchopneumonia, fibrinous bronchopneumonia, interstitial pneumonia, granulomatous pneumonia and verminous pneumonia. In the present study; In the examined samples (n = 100), 23% fibrin bronchopneumonia, 14% catarrhal-irin bronchopneumonia, 69% interstitial pneumonia, 7% granulomatous pneumonia, 19% verminous pneumonia and 6% pulmonary adenomatosis findings were found. Two or three types of pneumonia were observed in many some same cases. PI3 virus antigen positivity in IHC staining of sheep lung samples was found 19%. In the IHC method, to positivities were found mostly in alveolar macrophages, in the cytoplasm of bronchial, bronchiole and alveolar epithelial cells. As a result of the research findings, the prevalence of PI3 virus in sheep was determined as 19% in Erzurum province by the immunohistochemical method and it was determined that the agents were generally located in the alveolar macrophages, bronchial, bronchiole, alveolar and bronchial epithelial cells.

**Keywords:** Histopathology, sheep, pulmonary adenomatosis, pneumonia,.

**ERZURUM İLİNDE KOYUNLARDA PULMONER ADENOMATOZİSİN  
PREVALANSININ HİSTOPATOLOJİK OLARAK ARAŞTIRILMASI**

**Öğr. Gör. Gizem ESER<sup>1</sup> Prof. Dr. Yavuz Selim SAĞLAM<sup>1</sup> Prof. Dr. Kübra Asena  
TERİM KAPAKİN<sup>1</sup> Arş. Gör. Muhammed Bahaeddin DÖRTBUDAK<sup>1</sup> Doç. Dr. Serkan  
YILDIRIM<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı, ERZURUM, TÜRKİYE

**ÖZET**

Bu çalışmada Erzurum ilinde yetiştirilen ve 2017-2018 yılları arasında mezbahada kesime getirilen koyunların akciğer doku örneklerinde makroskopik ve mikroskopik olarak pulmoner adenomatozis (jaaksiekta) tanısı ve yaygınlığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın materyalini Erzurum ilinde mezbahada kesime getirilen 1600 koyunun akciğerleri oluşturdu. Çalışmada makroskopik olarak toplam 230 adet pnömonili koyun akciğeri tespit edildi. Bu pnömonili akciğer örneklerinin 130 adetinde sadece verminöz pnömoni gözlemlendi için değerlendirmeye alınmadı ve 100 adet pnömonili akciğer örneği makroskopik ve mikroskopik olarak incelendi. Bu örnekler alınırken makroskopik olarak özellikle akciğerlerin kollabe olmadığı, normal bir akciğerin iki-üç katı kadar ağırlığa sahip olduğu, lezyonların genellikle kaudal loplara yerleştiği ve kesit yüzeyinde gri-beyaz-boz renkli taşkın odakların bulunduğu, kesit yüzlerinden ve bronşlardan yoğun miktarda köpüklü sıvı sızan akciğerlerin seçilmesine özen gösterildi. Alınan pnömonili akciğer örneklerinin rutin histopatolojik incelemeleri gerçekleştirildi. Histopatolojik muayeneler sonucunda her ne kadar miks pnömoni içeren akciğerler gözlemlense de genellikle pnömoni tipini akciğerde daha çok hakim olan pnömoni türü belirlemiştir. Çalışmadaki pnömoniler kataral-irinli bronkopnömoni, fibrinli bronkopnömoni, interstisyel pnömoni, granülamatöz pnömoni, verminöz pnömoni ve pulmoner adenamatöz olarak sınıflandırıldı. Sunulan çalışmada; incelenen akciğerlerde %6 oranında pulmoner adenomatozis saptandı. Bu akciğer dokularının alveol epitellerinde pnömosit tip 2 proliferasyonu, bronş-broşiol epitellerinde ise clara hücre proliferasyonu gözlemlendi. Ayrıca bu epitellerde çok sayıda mitotik hücreler ve iç içe geçmiş bez oluşumları gözlemlendi. Bazı olgularda miksoid yapılar dikkati çekti. Araştırma bulguları sonucunda; Erzurum ilinde koyunlarda pulmoner adenomatozis prevalansı makroskopik ve mikroskopik incelemeler sonucunda %6 olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Histopatoloji, koyun, pulmoner adenomatozis, pnömoni.

## INVESTIGATION OF PRESENCE OF PARAINFLUENZA 3 VIRUS WITH IMMUNOHISTOCHEMICAL STAINING METHODS IN SHEEP PNEUMONIA

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the prevalence and diagnosis of pulmonary adenomatosis (jaaksiekta) macroscopically and microscopically in lung tissue samples of sheep reared in Erzurum province between 2017-2018. The material of the study was the lungs of 1600 sheep which were brought to the slaughterhouse in Erzurum. A total of 230 pneumonic sheep lungs were detected macroscopically. 130 of these pneumonia cases were not evaluated because only verminous pneumonia was observed and 100 patients with pneumonia were examined macroscopically and microscopically. While taking these samples macroscopically, especially the non-collapsed, two to three times the weight of a normal lung, the lesions are usually located in the caudal lobes and the cross-sectional surface of the gray-white-gray colored flood nodül, the cross-sectional faces and bronchial fluid infiltrates the selection of fluid leaked lungs care was taken. Routine histopathological examinations of lung samples with pneumonia were performed. As a result of histopathological examinations, although lungs containing mixed pneumonia were observed, the type of pneumonia, which is generally more prevalent in the lungs, was determined by pneumonia type. In the study, types of pneumonia were classified as catarrhal-purulent bronchopneumonia, fibrinous bronchopneumonia, interstitial pneumonia, granulomatous pneumonia, verminous pneumonia, and pulmonary adenomatous. In the present study; 6% pulmonary adenomatosis was observed in the lungs examined. Pneumocyte type 2 proliferation was observed in alveolar epithelium of these lung tissues and Clara cell proliferation was observed in bronchial-brochiole epithelium. In addition, multiple mitotic cells and intertwined glands were observed in these epithelium. Myxoid structures were noted in some cases. As a result of the research findings; the prevalence of pulmonary adenomatosis in sheep in Erzurum province was determined to be 6% as a result of macroscopic and microscopic examinations.

**Keywords:** Histopathology, sheep, pulmonary adenomatosis, pneumonia

## 1. GİRİŞ

Ovine pulmoner adenomatozis (OPA, jaagsiekte), Retroviridae familyasına ait Jaagsiekte sheep retrovirus (JSRV) tarafından oluşturulan bronchioloalveoler bir karsinomdur. Hastalık kronik seyirli ve bulaşıcı tümöral bir enfeksiyondur (İlhan ve ark., 2016). Dünya üzerinde yaygın olan hastalık, Türkiye'de de özellikle koyunlarda görülmektedir. Ülkemizde koyun akciğerlerinde pulmoner adenomatozisin yaygınlığı % 0.9 (Alibaşoğlu ve Arda M 1975), % 1.45 (Metin N, 1979), %7.9 (Özkaraca, 2006), %3.59 (Kıran ve ark., 1993) oranlarında bildirmiş olup, bu çalışmada ise %6 oranında tespit edilmiştir. Doğal enfekte koyunlarda, virusun inkubasyon periyodu uzun olduğu için genellikle 2 yaşın üstündeki koyunlarda rastlanan hastalık, keçiler ve ender olarak kuzularda da bildirilmiştir. Ultrastrüktürel incelemelerde tümör hücrelerinin büyük oranda tip II pnömositlerden oluştuğu bronşiyoler proliferasyonun ise Clara hücrelerinden köken aldığı kaydedilmektedir.

Klinik olarak kilo kaybı ve solunum güçlüğü, koyunların arka bacaklarının yukarıya kaldırılmasıyla burundan bol miktarda sıvının gelmesi tanıda önemli bulgulardır. Pulmoner adenomatozis olgularında makroskobik olarak genellikle kaudol loplarda gri-beyaz renkte konsolide odaklar görülür. Bu nodüller parlak, buzlu cam görünümündedir ve çevrelerinden keskin ayrılmış olmamakla beraber, plörada belirgin bir kabartı yapmayarak parazit nodüllerinden ayrılırlar (Çiftçi ve ark., 2015; Hazıroğlu ve Milli, 2001)

Literatür araştırmalarında hayvan yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı Erzurum ilinde koyunlarda pulmoner adenomatozisin yaygınlığını bildiren herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu çalışmada Erzurum ilindeki koyunlarda pulmoner adenomatozis varlığı ve yaygınlığının belirlenmesi amacıyla alınan koyun akciğer doku örnekleri makroskobik ve mikroskobik olarak incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Materyali

Çalışma materyalini Erzurum' da faaliyet gösteren özel bir mezbahada 1600 koyun kesimi yapıp, bu koyunların akciğerlerinin makroskobik muayenesinde pnömoni lezyonlu olduğu saptanan 100 adet akciğer doku örneği oluşturmaktadır.

### 2.2. Makroskobik İnceleme

Çalışmada 100 adet pnömonili akciğeri temin etmek için 2017-2018 tarihleri arasında rutin kesim günlerinde mezbahaneye gidilerek farklı ırklardan kesilen 1600 koyunun akciğerleri makroskobik olarak muayene edildi. Bu muayene sonucunda pnömonili akciğerler özel olarak incelendi. Bu incelemeler sırasında laboratuvar muayeneleri için örnek alınırken, hayvanların iki yaşın üzerinde olmasına, pnömoni lezyonlarının kaudal loplarda yerleşim gösteren boz-beyaz renkli lezyonlardan alınmasına özen gösterilmiştir. Alınan 100 adet akciğer örneğinin makroskobik fotoğrafları çekilerek, makroskobik ve mikroskobik bulgular karşılaştırıldı. Her akciğerden alınan doku örnekleri %10 luk formalin solüsyonuna konuldu.

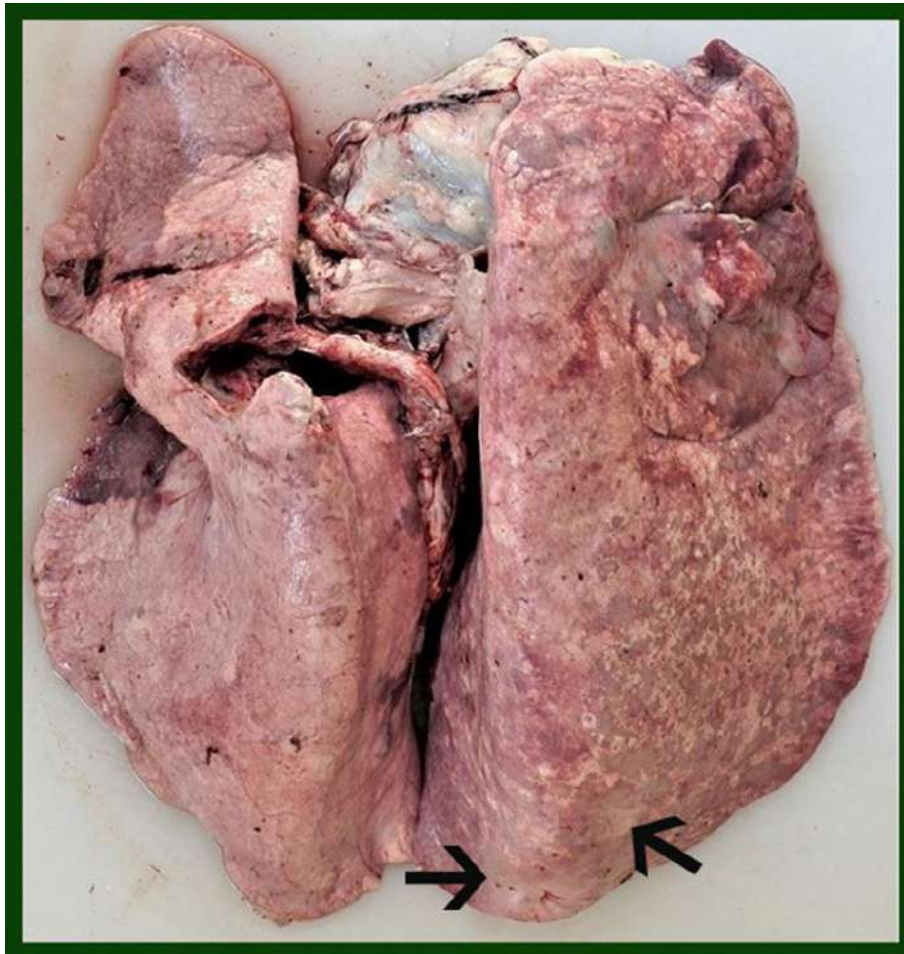
## Mikroskopik İnceleme

Makroskopik olarak pnömoni gözlenen akciğerlerin lezyonlu bölgelerinden mikroskopik incelemeler için doku örnekleri alındı ve histopatolojik olarak incelemeleri yapıldı.

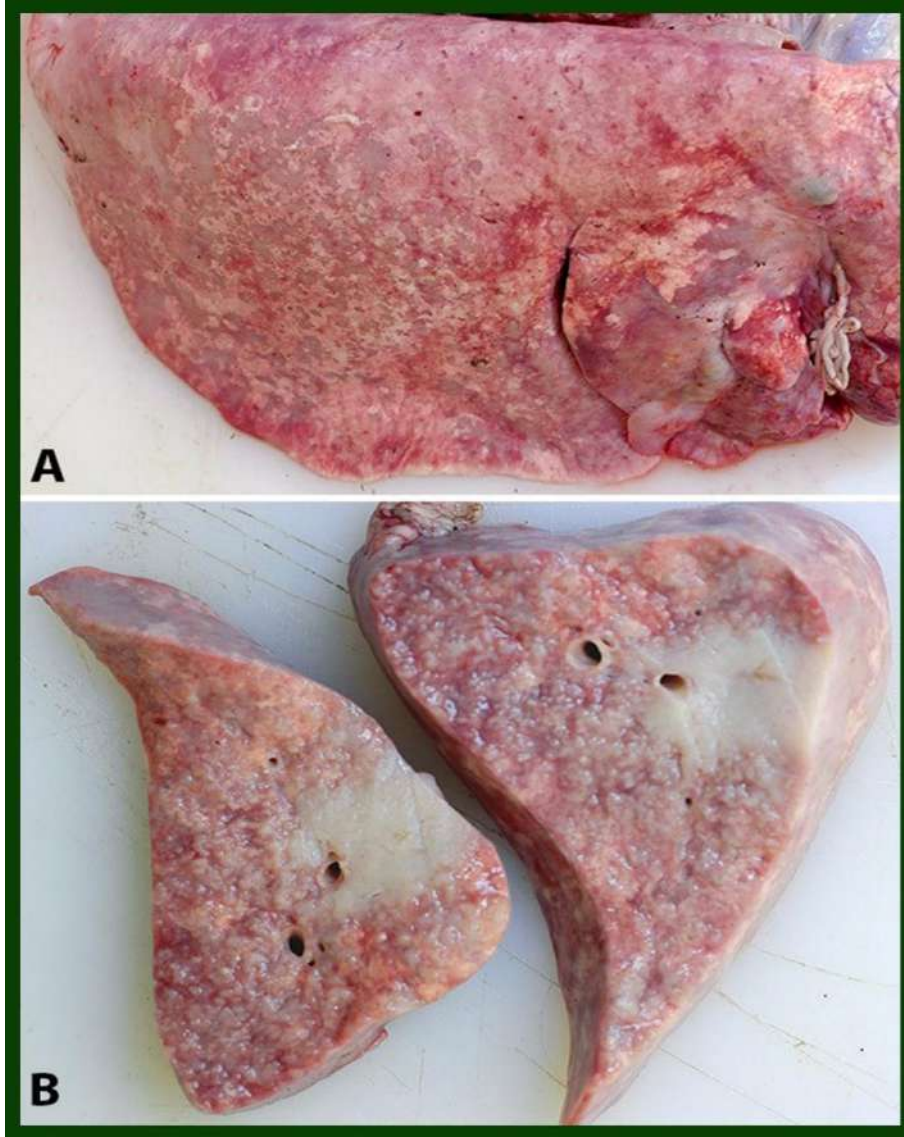
## 3. BULGULAR

### 3.1. Makroskopik Bulgular

Muayene edilen pnömonili koyun akciğerlerinin 6 (%6)'sında pulmoner adenamatözis tespit edildi. Bu akciğerlerde lezyonlar daha çok kaudal loplarda ve gri- beyaz renkte konsolide odaklar halinde görüldü. Lezyonlu bölgelerin üzerini örten plöranın parlak-şeffaf görünümlü olduğu tespit edildi (Şekil 3.1). Nodüller yapıdaki lezyonlu kısımların kesit yüzeylerinin boz-beyaz renkte ve dışarıya doğru taşkınlık gösterdiği görüldü. Bazı akciğerlerde bu nodüllerin birleşmesiyle daha büyük ve buzlu cam görünümüyle karakterize tümör odakları tespit edildi (Şekil 3.2). Bu özellikteki akciğerlerin üzerine basınç uygulandığında bazılarının bronşlarından seröz köpüklü bir sıvı sızdığı gözlemlendi.



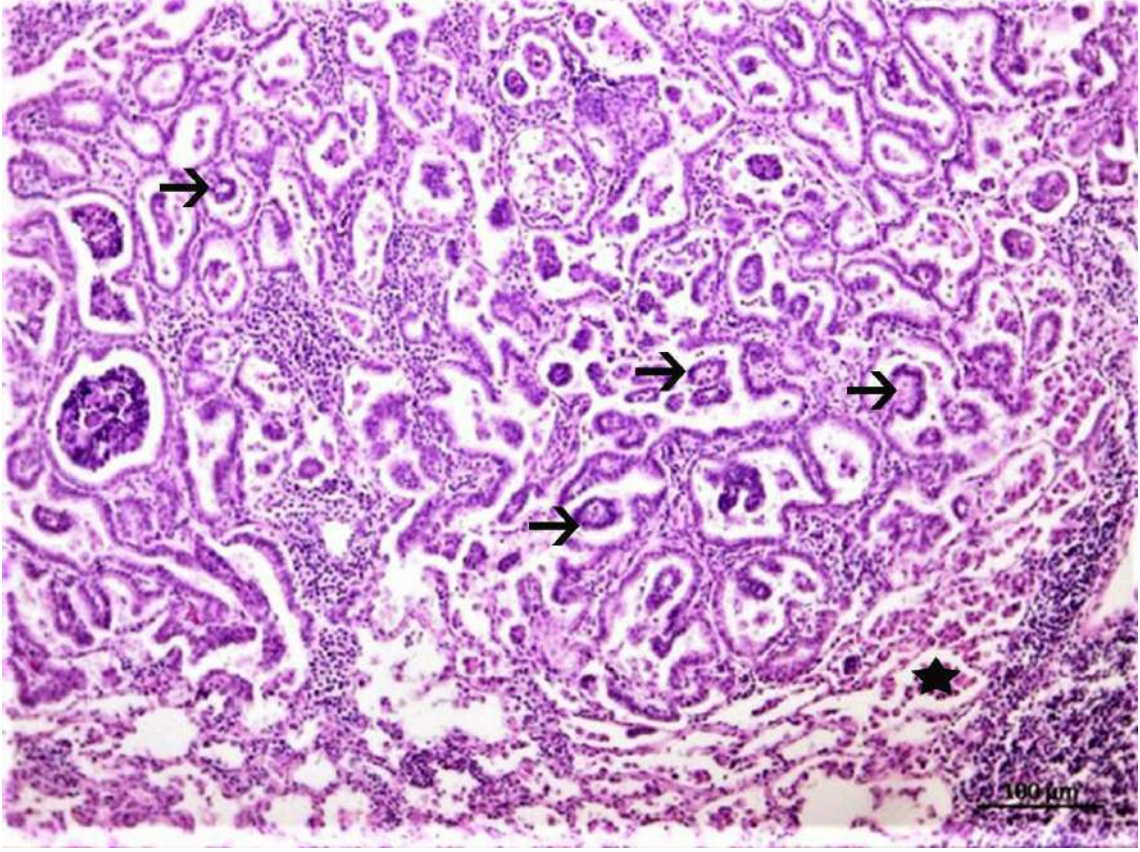
Şekil 3.1. Pulmoner Adenamatözis. Plöranın parlak - şeffaf görünümü (oklar) ve gri- beyaz renkte konsolide odaklar.



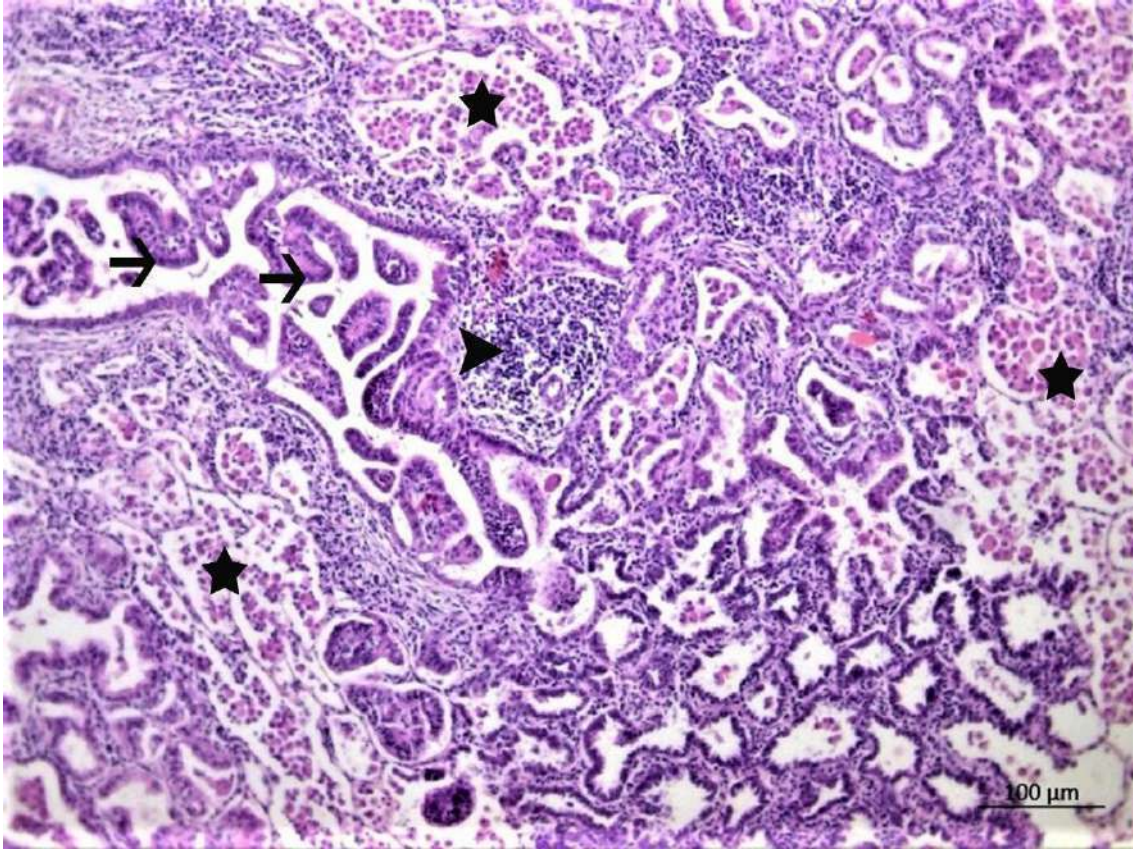
**Şekil 3.2** Pulmoner Adenamatözis. Plöranın parlak - şeffaf görünümü ve gri- beyaz renkte konsolide odaklar(A). Akciğerin kesit yüzeyinde tümöral odaklara ait buzlu cam görünümü (B).

### 3.2. Mikroskopik Bulgular

Pulmoner adenamatozis olgularının histopatolojik incelemesinde alveol tip II epitel hücrelerinin kübikleştiği ve lümeneye papiller üremeler yaptığı saptandı. Bronş ve bronşiolde ise hücre proliferasyonu sonucunda papiller üremeler ve bazı olgularda tümöral kitlelere rastlandı. Olguların bazılarında interstisyum ve bronşioler çevresinde fibromikzom odaklarına rastlandı. Tümöral gelişmelerin yanısıra parankimde peribronşial ve peribronşiyoler lenfoid hiperplazi ve mononükleer hücre infiltrasyonları belirlendi. Alveol lümenlerinde çok sayıda alveoler makrofaja rastlandı.



**Şekil 3.3.** Akciğerlerde alveol duvarında tip II hücre proliferasyonu, alveol lümenlerinde papiller uzantılar (oklar), alveol lümenlerinde alveoler makrofajlar (yıldız), H&E, Bar: 100µm.



**Şekil 3.4.** Akciğer alveol duvarında tip II hücre proliferasyonu, boroşiol duvarında proliferasyon (oklar). Bronşiol ve alveol lümenlerinde papiller uzantılar, lenfoid hiperplazi (okbaşı) ve alveoler makrofajlar (yıldız), H&E, Bar: 100µm.

#### 4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Ülkemizde koyun akciğerlerinde pulmoner adenomatozisin yaygınlığı % 0.9 (Alibaşoğlu ve Arda M 1975), % 1.45 (Metin N, 1979), %7.9 (Özkaraca, 2006), %3.59 (Kıran ve ark., 1993) oranlarında bildirmiş olup, bu çalışmada ise %6 oranında tespit edilmiştir.Çalışmada daha çok kaudal loplarda ve gri- beyaz renkte konsolide odakların bulunduğu ve kesit yüzeylerinin dışarıya doğru taşkınlık gösterdiği görüldü. Bazı akciğerlerde bu nodüllerin birleşmesiyle daha büyük ve buzlu cam görünümüyle karakterize tümör odakları tespit edildi. Pulmoner adenomatozis olgularının histopatolojik incelemesinde ise alveol tip II epitel hücrelerinin kübikleştiği ve lümenine papillar üremeler yaptığı, bronş ve bronşiolde ise hücre proliferasyonu sonucunda papiller üremeler ve bazı olgularda tümöral kitlelere rastlandı. Tümöral gelişmelerin yanısıra parankimde peribronşial ve peribronşiyoler lenfoid hiperplazi ve mononükleer hücre infiltrasyonları belirlendi. Alveol lümenlerinde çok sayıda alveoler makrofaja rastlandı. Alibaşoğlu ve Arda, Metin, Kıran ve ark. tarafından akciğerler üzerine yaptıkları çalışmalarda benzer bulgular bildirilmiştir.

Yapılan çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde Erzurum ilinde koyun pnömonilerinin etiyojisinde retrovirus (JSRV) tarafından oluşturulan pulmoner adenomatozis enfeksiyonunun çok önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Bu nedenle özellikle Erzurum yöresinde hastalığa karşı koruyucu tedbirlerin alınması, özel ve kamu Veteriner Hekimlerini bilgilendirilerek hastalığa karşı mücadele yapılması gerektiği önerilmektedir. Ayrıca, bu çalışmaya ait veriler literatüre yeni bilgiler kazandırmanın yanısıra, daha sonra yapılacak bilimsel çalışmalara referans olacaktır.



## KAYNAKLAR

Alibaşoğlu, M., ve Arda, M. (1975). Koyun pulmoner adenomatozisi'nin Türkiye'de durumu ile patolojisi ve etiolojisinin araştırılması. *TÜBİTAK VHAG Yayınları*, 274.

Çiftçi, M.K., Ortatatlı, M., Erer, H., Hatipoğlu, F., Özdemir, Ö., Veteriner Sistemik Patoloji Cilt 1, Konya, Selçuk Üniversitesi Basımevi, 2015,190.

İlhan, F., Vural, S. A., Yıldırım, S., Sözdutmaz, İ., & Alçigir, M. E. (2016). Expression of p53 protein, Jaagsiekte sheep retrovirus matrix protein, and surfactant protein in the lungs of sheep with pulmonary adenomatosis. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 28(3), 249-256.

Kıran, M.M, Berkin, Ş., Kaya, O., Dinçer, Z., 1993, Konya Bölgesi Koyun Pnömonilerinde Patolojik Ve Etiyolojik Araştırmalar, U. Vet. Fak. Derg., 9. 1, 3-9.

Metin, N., (1979). Elazığ ve Çevresi Koyunlarında Progressive Pneumonie (Adenomatesis Pulmonum)'nın Bulunuşu ve Yayılışı Üzerinde Araştırmalar. (Doctoral dissertation )Doktora Tezi, F.Ü. Vet. Fak. Yay., No: 20, A.Ü. Basımevi, Ankara.

Milli, Ü. H., ve Hazıroğlu, R. (2000). Veteriner patoloji. *Medisan, Ankara, Turkey*.

## THERMAL ANALYSIS FOR THE CEMENT PASTE EXPOSED TO HIGH TEMPERATURE

Duygu ADIGÜZEL<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Jale NAKTİYOK<sup>1\*</sup>, Doç. Dr. A. Ferhat BİNGÖL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Atatürk University, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Atatürk University Erzurum, Turkey

### ABSTRACT

Fires are a great risk for concrete structures because the concrete is not stable at high temperatures. The high temperature can cause significant changes in many properties of the concrete, such as the compressive strength, the modulus of elasticity. Decomposition of the concrete structure is a very serious, large-scale and costly problem. In some fires, the central temperature of the concrete can reach up to 1000°C. During fire, chemical/physical transformations occur in aggregate and cement paste and consequently changes in the structure of the concrete, i.e. mineralogical composition. Sometimes the high temperature dehydration of the cement paste, together with the evaporation of capillary water, creates a high pore pressure, which can even cause the explosion of concrete in fires. Preventive measures, such as the selection of suitable materials, may reduce the harmful effects of high temperatures on concrete.

Today, thermal analysis is very important application for the defining of the characterization of the material at high temperatures. It gives us the information about both the thermal stability of Portland cement and all materials used in the concrete.

In this study, it was investigated the thermal decomposition of ordinary Portland cement paste by using the TG-DTG/DSC analysis. The experiments was made at air atmosphere from 25°C to 1000°C at different heating rates. The decomposition process is observed in three steps. The first region at 25-150°C is dehydration of water in the C-S-H:  $[\text{CaO}]_a\text{SiO}_2(\text{H}_2\text{O})_b$  structure and/or adsorbed between the layers or in capillary pores, the second region at 400-500°C is the decomposition of portlandite [CH:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ], and the third region at 500-750°C is decarbonization of calcite [ $\text{CaCO}_3$ ]. It was obtained the characteristics temperatures for each region (the onset, the peak-max, and the burn-out temperatures) from the decomposition profile of the cement paste. In addition, XRD analysis was performed to see the changes in the phase compositions of cement paste.

**Keywords:** Cement paste, thermal analysis, XRD, C-S-H, portlandite, calcite

## 1.INTRODUCTION

Concrete is a composite material that consists essentially of a binding medium within which are embedded particles of aggregate, usually a combination of fine aggregate and coarse aggregate. In portland cement (PC) concrete; the binder is a mixture of cement and water (Bingöl and Gül, 2008). Portland cement concrete is a brittle composite material that performs well in compression but is less effective when exposed to elevated temperatures (Bingöl and Atashafrazeh, 2015). Concrete has been the leading construction material for a century and its strength is a frequently investigated property because it gives a good indication of the overall quality of the concrete and is relatively easy to measure, particularly in uniaxial compression (Chan et al., 2000). When exposed to high temperature, the chemical composition and physical structure of the concrete change considerably. Also, the exposure of concrete to high temperatures induces severe microstructural changes and concrete loses its strength and durability (Poon et al., 2003). The dehydration, such as the release of chemically bound water from the calcium silicate hydrate, becomes significant above about 110°C. The dehydration of the hydrated calcium silicate and the thermal expansion of the aggregate increase internal stresses and from 300°C microcracks are induced through the material.  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ , which is one of the most important compounds in cement paste, dissociates at around 530°C resulting in the shrinkage of concrete (Ariöz, 2007). Concrete approximately loses half of its strength at a temperature of 600°C and loses most of its compressive strength above 800°C (Khoury, 1992).

High temperature resistance of concrete is affected by many factors, including constituent materials such as the type of aggregate and cement used in its composition, sizes of structure members and moisture content of concrete and the environmental factors: rate of heating, maximum temperature attained, duration of exposure at the maximum temperature, method of cooling after the maximum temperature is reached and the level of applied load (Poon et al., 2001; Hüsem, 2006). The influence of elevated temperatures on the mechanical properties of concrete is important for high temperatures resistance studies. Heat-resistant materials are increasingly being used for structural purposes. The need for such building materials is particularly great in chemical and metallurgical industries and for the thermal shielding of nuclear power plants. In such installations structural members may be subjected to sustained and cyclic thermal exposures at the lower heat levels, at which the use of refractory materials is not essential. Concrete generally resists the effects of high temperatures, but in some cases, it is aimed to produce concrete which is more resistant to fire (Bingöl and Gül, 2004).

The influence of high temperatures on the mechanical properties of concrete depends on physico-chemical properties of the concrete constituents, temperature of exposure, size of the concrete structure, external applied loadings and cooling conditions (Tantawy, 2017). An assessment of the degree of deterioration of the concrete structure after exposure to high temperatures can help engineers decide whether a structure can be repaired rather than required to be demolished (Poon et al., 2004).

The major changes that occur within cement paste due to exposure to high temperatures include the decomposition of portlandite and calcium silicate hydrates (Stepkowska et al., 2004), the thermal mismatch due to the expansion of siliceous aggregate and shrinkage of cement paste matrix (Wang, 2008), the coarsening of pore structure due to void formation as a result of loss of bound water (Peng and Huang, 2008), the pore pressure effects due to buildup of vapor pressure inside closed pores (Ai et al, 2001) cracking that develops as a result of the

rehydration of lime (Lui et al., 2008). There is a contradiction in the literature about the nature and types of the decomposition products of C-S-H gel which decomposes over a wide range temperature about from 105°C to 1000°C (Khoury et al., 2002) as a result of its amorphous nature (Tantawy, 2017).

In this study is to observe the microstructure and phase changes of cement paste exposed to high temperatures up to 800°C by XRD and TGA/DTG techniques and to correlate the phase changes with the physico-mechanical properties of the thermally damaged cement paste. What differentiate this work from that of others is to investigate the chemical changes in cement paste exposed to high temperature.

## 2.MATERIALS AND METHODS

In this study, traditional Portland Cement (OPC CEM I 42,5 R) was used. The cement paste was prepared from OPC using water/cement ratio equals to 0.5 was used. It was cast in 5 cm<sup>3</sup> stainless steel cubic moulds for 24 hours. It was cured for 28 days under water to hydrate of the cement paste before the high-temperature experiments. At the end of 28 days hydrated cement pastes were removed from the pool. The samples were dried at room temperature for 24 hours.

The following procedures were applied to the samples waiting at room temperature;

First sample: Non-heat treated sample

Second sample: Sample at 200°C for 3 hours in high temperature furnace

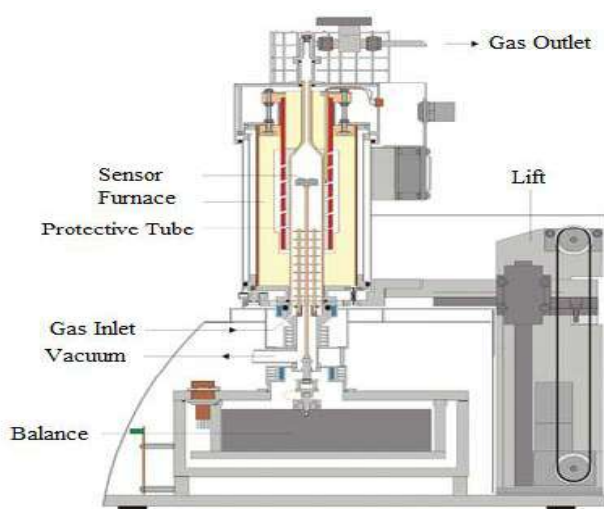
Third sample: Sample at 400°C for 3 hours

Fourth sample: Sample at 600°C for 3 hours

Fifth sample: Sample at 800°C for 3 hours

High temperature furnace was used to examine the change in physical and chemical properties of cement paste at different temperatures. The samples were cooled to room temperature.

Thermogravimetric measurements were performed the NETZSCH STA 409 PC Luxx device. The balance and temperature control system of the device can measure exactly 0.001 mg weight loss and 0.1 K temperature change. Thermogravimetric analysis experiments were carried out by placing the cement paste (about 20 mg) in the pan at different heating rates such as 2.5, 5 and 10°C/min at room temperature to 1000°C in air atmosphere. Mass losses and characteristic temperatures (reaction temperature, maximum peak temperature, reaction temperature) of TG-DTG/DSC profiles were obtained for high temperature dehydration and degradation processes of cement paste.



In addition, XRD analysis of samples were performed. The diffraction peaks of the prepared samples were determined by the PANalytical Empyrean X-Ray diffractometer. Measurements were carried out at room temperature between  $20^\circ \leq 2\theta \leq 80^\circ$  at a scanning speed of  $2^\circ/\text{min}$ .

### 3.RESULTS AND DISCUSSION

The structural (XRD, and TG-DTG/DSC) analyzes were performed for cement paste samples exposed to different temperatures and the results of the analyzes were given.

At Figure 1., the XRD results is seen the changes in the phase components of the cement pastes at different temperatures. The predominant crystalline phases in the cement paste at  $25^\circ\text{C}$  consist of calcite, etrenjite, CSH and portlandite, as well as small proportions of non-hydrated alite and belith. These phases are formed after the hydration process. The Portlandite peaks decreased steadily above  $400^\circ\text{C}$ . However, a significant portion of the belith and alite occur at  $400^\circ\text{C}$  and increase gradually at  $600^\circ\text{C}$  and  $800^\circ\text{C}$ . This proves that the decomposition of C-S-H reaches a significant rate at  $400^\circ\text{C}$  and increases with temperature. It is stated that it is difficult to distinguish the difference between  $\text{C}_2\text{S}$  and  $\text{C}_3\text{S}$  peaks in the XRD diagrams of cement paste (Tantawy, 2017; Peng and Huang, 2008].

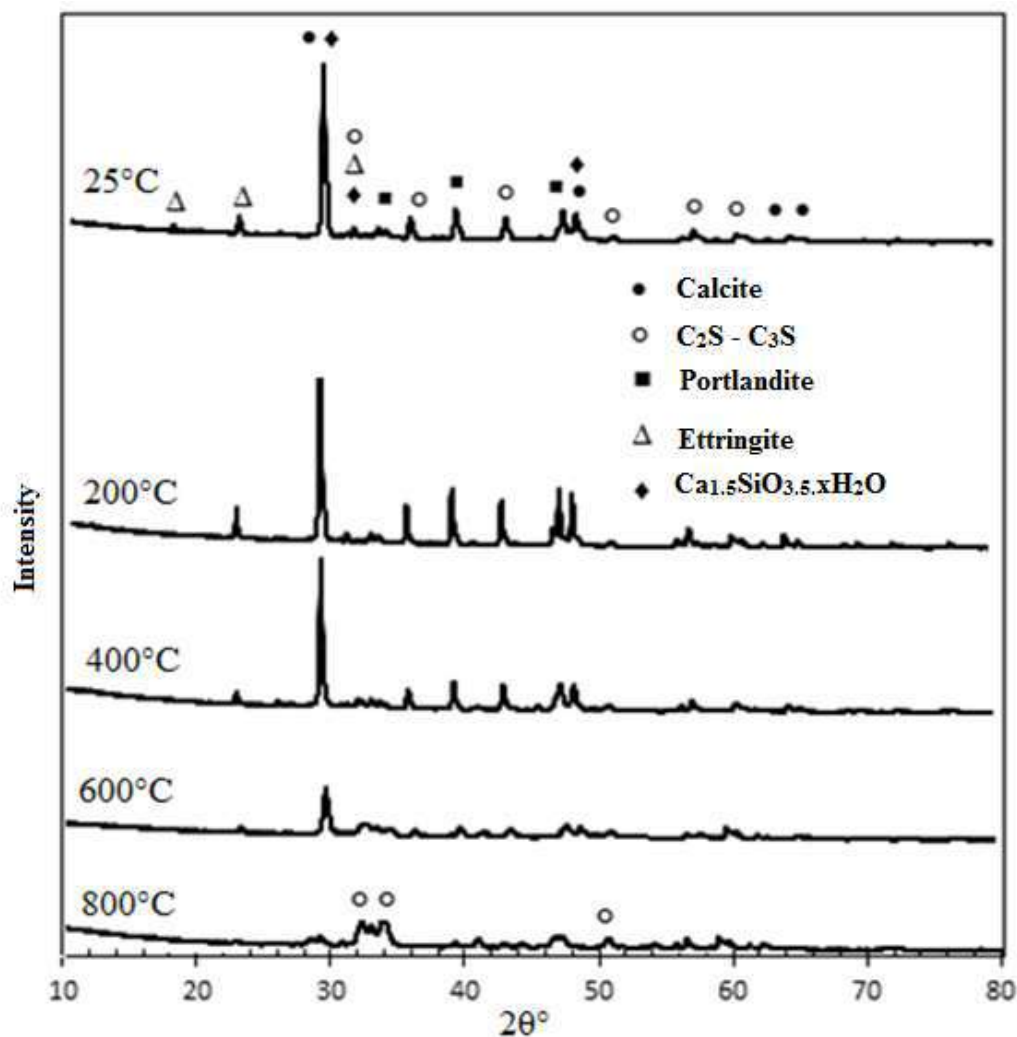
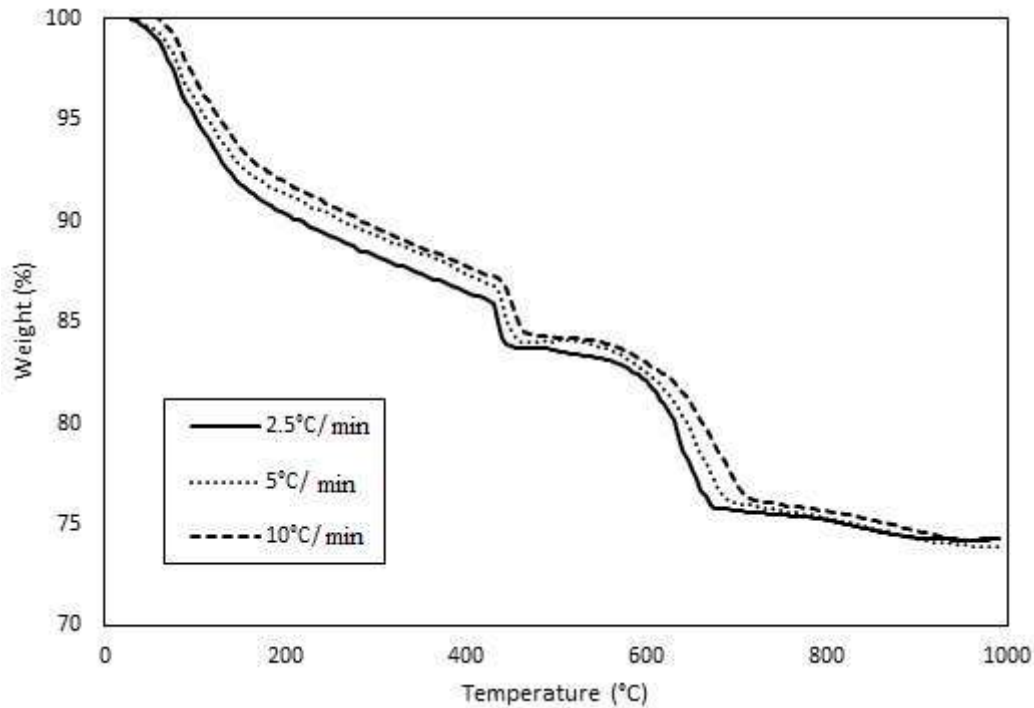
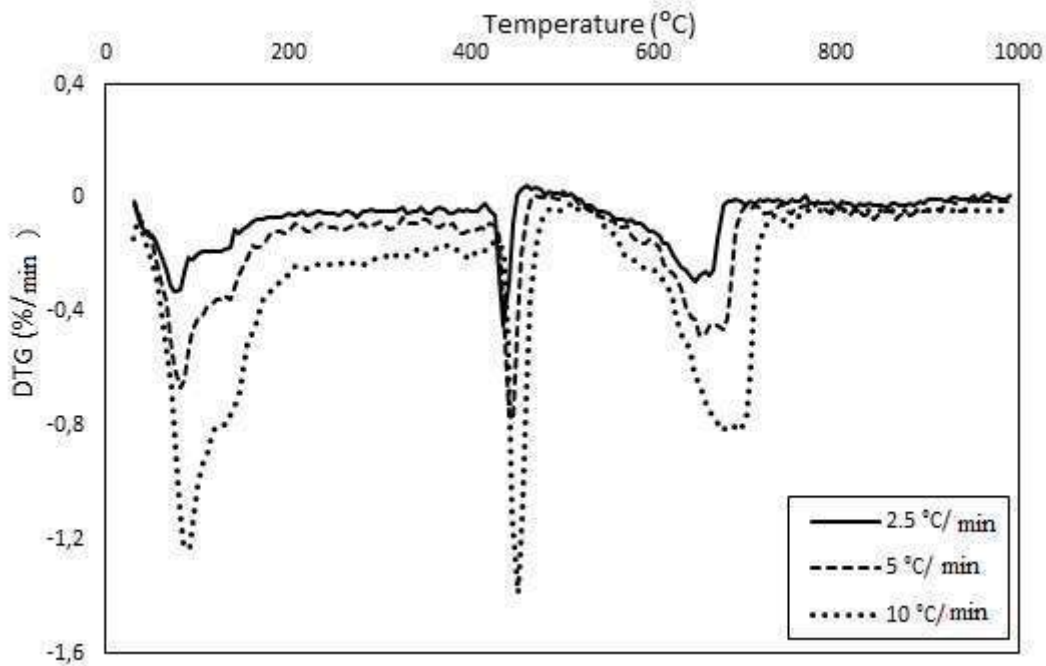


Figure 1. XRD Result of Cement Paste

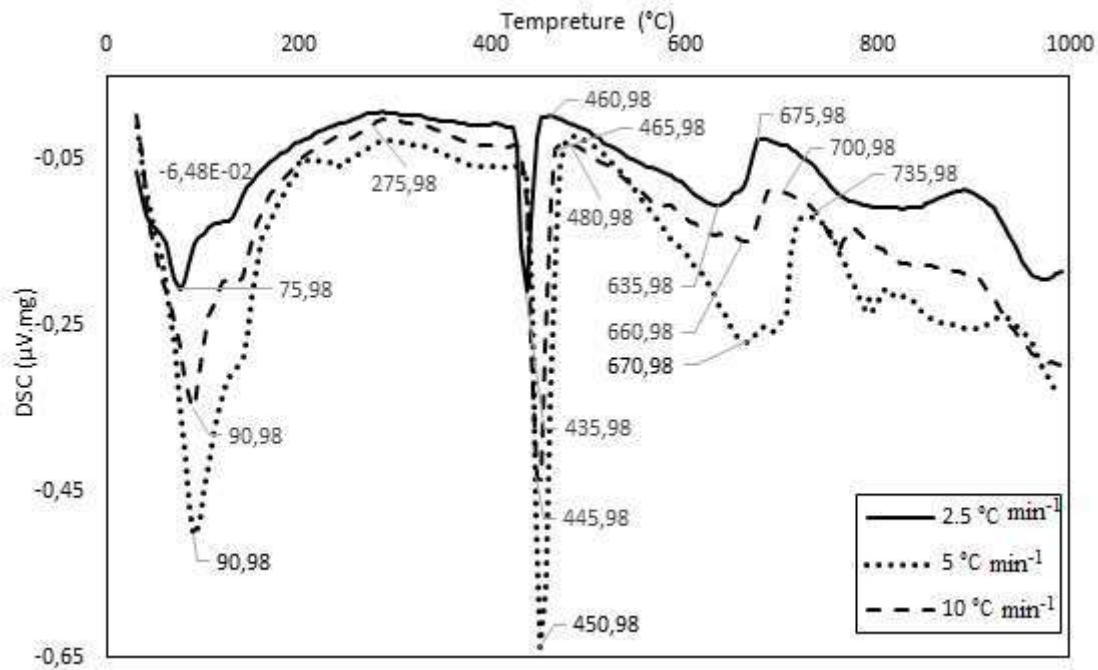
Figure 2 shows the thermogravimetric curves of the prepared cement paste by heating the in different temperatures such as 2,5, 5 and 10°C/min from room temperature to 1000°C in air atmosphere. Figure 2 and Figure 3 show the DTG and DSC curves. Mass losses (%) and characteristic temperatures (reaction start temperature, maximum peak temperature, end temperature of reaction) can be obtained from TG-DTG / DSC curves.



**Figure 2.** TG Curves at Different Heating Rates of Cement Paste



**Figure 3.** DTG Curves at Different Heating Rates of Cement Paste

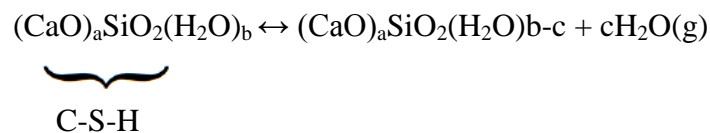


**Figure 4.** DSC curves at different heating rates of cement paste

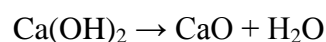
In general, TG and DTG curves show that the characteristic temperatures increase with the increase in heating rate. In other words, as the heating rate increases, the degradation process shifts to the right (Li et al., 2005). However, the degradation process from room temperature to 1000°C is observed in three steps (Alonso and Fernandez, 2004).

These;

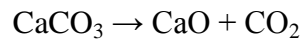
- I. **Region:** The weight loss in the region between 25-250°C is approximately 10-13%. This essentially shows the dehydration of water in the C-S-H structure and/or adsorbed between the layers or in capillary pores. As seen in a very sharp peak in DTG graph, the highest mass loss is seen in this region. This region is an endothermic peak in the DSC curve. In addition, the C-S-H structure begins to degrade in this region. The reaction is shown as follows (Zhang and Ye, 2012).



- II. **Region:** The weight loss in this region corresponding to 400-500°C is approximately 3%. This loss is caused by the degradation of portlandite [CH: Ca(OH)<sub>2</sub>]. Below is the reaction of the portlandite degradation.



**III. Region:** Finally, a weight loss of approximately 8% between 500-750°C is observed. Decarbonization of CaCO<sub>3</sub> is observed. Calcite was observed in this region. XRD analyzes support the presence of calcite.



A significant amount of calcite was detected in all the hydrated samples, and this was commonly added to the OPC as a filler (Tantawy, 2017; European Committee for Standardization, 2000).

When the DSC curves are examined in Figure 4, it is seen that the three main regions are formed when the cement paste is heated up to 1000°C and these regions are an endothermic process (Musa, 2014).

#### 4.CONCLUSIONS

Basic events at high temperature of cement paste;

- Water removal in the pore system
- Chemical phase transformations
- Degradation of hydration products
- Destruction and deformation of microstructure

Cement paste is an intense and highly impermeable structure that prevents the evaporation of the water at high temperature. This can lead to high internal pressure and disintegration in the concrete during the temperature rise.

TG-DTG/DSC analyzes showed the changes in the cement paste with the temperature-increasing. The decomposition process carried out in three steps;

- Degradation of C-S-H to C<sub>2</sub>S (2CaO.SiO<sub>2</sub>) and C<sub>3</sub>S (3CaO.SiO<sub>2</sub>) and the removal of moisture in the paste between 25-200°C
- Portlandite [Ca(OH)<sub>2</sub>] decomposed and conversion to CaO and H<sub>2</sub>O between 400-500°C
- Calcite [(CaCO<sub>3</sub>)] decomposed into CaO and CO<sub>2</sub> between 500-750°C. These calculated values are similar to the literature results.



## REFERENCES

- Bingöl, A. F., Gül, R., 2008. Effect of elevated temperatures and cooling regimes on normal strength concrete. *Wiley InterScience*, 33, 79–88.
- Poon, C.S., Azhar, S., Anson, M. and Wong, Y.L. 2003. Performance of Metakaolin Concrete at Elevated Temperatures. *Cement and Concrete Composites* , 25, 83.
- Bingöl, A. F., Atashafrazeh, M., 2015. Compressive Strength of Polypropylene Fiber Concrete Under The Effects of High Temperatures. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, 7(1), 1-5.
- Chan SYN, Luo X, Sun W. 2000. Effect of high temperature and cooling regimes on the compressive strength and pore properties of high performance concrete. *Construction and Building Materials*, 14:261–266.
- Arıöz Ö. 2007. Effects of elevated temperatures on properties of concrete. *Fire Safety Journal*, 42(8):516–522.
- Khoury, G.A. 1992. Compressive Strength of Concrete at High Temperatures: Reassessment. *Magazine of Concrete Research*, 44, 291.
- Hüsem M. 2006. The effects of high temperature on compressive and flexural strengths of ordinary and high-performance concrete. *Fire Safety Journal* 41:155–163.
- Bingöl A.F., Gül R. 2004. Compressive strength of lightweight aggregate concrete exposed to high temperatures. *IndiaJournal of Engineering and Materials Sciences*, 11:68–72.
- Tantawy, M. A., 2017. Effect of High Temperatures on the Microstructure of Cement Paste Chemistry Department, Faculty of Science, Minia University, Minya, Egypt.
- Poon C.S., Shui Z.H., Lam L. 2004. Compressive behavior of fiber reinforced high-performance concrete subjected to elevated temperatures. *Cement and Concrete Research*, 34:2215–2222.
- Stepkowska, E.T., Blanes, J.M., Franco, F., Real, C. and Perez-Rodriguez, J.L. 2004. Phase Transformation on Heating of an Aged Cement Paste. *Thermochimica Acta* , 420.
- Wang, H.Y. (2008) The Effects of Elevated Temperature on Cement Paste Containing GGBFS. *Cement and Concrete Composites* , 30, 992.
- Peng, G.F. and Huang, Z.S. 2008. Change in Microstructure of Hardened Cement Paste Subjected to Elevated Temperatures. *Construction and Building Materials*, 22, 593.
- Ai, H., Young, J.F. and Scherer, G.W. 2001. Thermal Expansion Kinetics: Method to Measure Permeability of Cementitious Materials: II, Application to Hardened Cement Pastes. *Journal of the American Ceramic Society* , 84, 385.
- Liu, X., Ye, G., De Schutter, G., Yuan, Y. and Taerwe, L. 2008. On the Mechanism of Polypropylene Fibres in Preventing Fire Spalling in Self-Compacting and High-Performance Cement Paste. *Cement and Concrete Research*, 38, 487.

- Khoury, G.A., Majorana, C.E., Pesavento, F. and Schrefler, B.A. 2002. Modeling of Heated Concrete. Magazine of Concrete Research, 54, 77.
- Peng, G.F. and Huang, Z.S. 2008. Change in Microstructure of Hardened Cement Paste Subjected to Elevated Temperatures. Construction and Building Materials, 22, 593.
- Li, S., Whitely, N., Xu W., and Pan, W. P., 2005. Characterization of coal by thermal analysis methods, [http: ruc.udc.es](http://ruc.udc.es), 111-120.
- Alonso, C., Fernandez, L., 2004. Dehydration And Rehydration Processes Of Cement Paste Exposed To High Temperature Environments. Journal of Materials Science 39, 3015–3024.
- Zhang, Q., Ye, G., 2012. Dehydration Kinetics of Portland Cement Paste At High Temperature, J Therm Anal Calorim, 110, 153–158.
- European Committee for Standardization 2000. Cement: Common Cements. PrEN 1971, CEN/TC51/WG 6 rev., Final Draft.
- Musa, N. M., 2014. Thermal Analysis of Cement Paste Partially Replaced With Neem Seed HuskAsh. International Journal of Scientific & Engineering Research, 5(1).

## TiO<sub>2</sub>/PEG NANOKOMPOZİT KATALİZÖRÜNÜN SENTEZİ VE FOTOKATALİTİK AKTİVİTESİNİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Derya TEKİN<sup>1</sup>, Derya BİRHAN<sup>1</sup> Prof.Dr.Taner TEKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Malzeme Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Titanyum dioksit (TiO<sub>2</sub>), son 20 yılda potansiyel uygulamalarından dolayı çok dikkat çeken, en önemli yarı iletken bir fotokatalizör malzemedir. Sol-jel tekniğinin sunduğu birçok avantaja rağmen, yöntemin bazı sınırlamaları vardır, yani hidroliz ve yoğunlaşma hızını kontrol etmede zorluk çekilmekte, bu da yüzey alanında ve porozitede istenmeyen düşüşe neden olmaktadır. Bu sınırlamaların üstesinden gelmek yapı içerisinde, katalizör sentezi sırasında, polietilen glikol (PEG), polistiren (PS) veya gözenekli yapı oluşumuna yol açan yüksek sıcaklıkta ayrışan biyo-kompozit jel gibi organik yapılar ilave edilmektedir. Bu bildiri kapsamında TiO<sub>2</sub>/PEG nanokompozit katalizörü sentezlenmiştir. Sentezlenmiş olan nanokompozitin yapısal özelliklerini incelemek için SEM ve XRD analizlerinden faydalanılmıştır. TiO<sub>2</sub>/PEG nanokompozitinin sentezi iki aşamalı sol – jel yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak Titanyum solüsyonu hazırlanıp, bu sol içerisinde PEG solüsyonu ilave edilmiştir. Elde edilen tozlar kalsine işlemine tabi tutularak TiO<sub>2</sub>/PEG nanokompozit katalizörü elde edilmiştir. Elde edilen TiO<sub>2</sub>/PEG nanokompozitinin SEM görüntülerinde, yapıların çaplarının ~ 1 mm olduğu ve aglomerasyon işlemi ile bir araya getirilmiş parçacıkların olduğu gözlemlenmiştir. XRD sonuçlarına göre sentezlenmiş olan nanokompozitin difraksiyon pikleri TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin anataz fazlarına karşılık geldiği ve PEG – TiO<sub>2</sub> numunelerindeki keskin difraksiyon pikleri hazırlanan nanokompozitin iyi kristalleşme gösterdiğini işaret etmektedir.

Nanokompozitin kesikli reaktörde fotokatalitik aktivitesini ölçmek için 20 ppm'lik Acid Black I (ABI) çözeltisi hazırlanıp bu çözeltideki bozunma incelenmiştir. 120 dakikalık giderim sonunda katalizörün boyanın % 44,55'lik kısmını giderdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** : Fotokatalitik bozunma ,TiO<sub>2</sub>/PEG nanokompozit, Acid Black I

### ABSTRACT

Titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) is the most important semiconductor photocatalyst material, which has attracted much attention over the last 20 years due to its potential applications. Despite the many advantages of the sol-gel technique, the method has some limitations, ie difficulty in controlling the rate of hydrolysis and condensation, which leads to an undesirable reduction in surface area and porosity. In order to overcome these limitations, organic compounds such as polyethylene glycol (PEG), polystyrene (PS) or high temperature biodegradable gel which lead to porous structure formation are added during catalyst synthesis. In this paper, TiO<sub>2</sub> / PEG nanocomposite catalyst was synthesized. SEM and XRD analyzes were performed to examine the structural properties of synthesized nanocomposites. The synthesis of TiO<sub>2</sub> / PEG nanocomposite was performed by a two-stage sol - gel method. First, a solution of Titanium was prepared and PEG solution was added to this solution. The resulting powders were calcined to yield TiO<sub>2</sub> / PEG nanocomposite catalyst. In the SEM images of the TiO<sub>2</sub> / PEG nanocomposite obtained, it was observed that the diameters of the structures were ~ 1 mm and the agglomeration particles were formed together. The diffraction peaks of the nanocomposite synthesized according to the XRD results indicate that the TiO<sub>2</sub> nanoparticles

correspond to the anatase phases and the sharp diffraction peaks in the PEG - TiO<sub>2</sub> samples indicate that the prepared nanocomposite shows good crystallization. In order to measure the photocatalytic activity of nanocomposite in batch reactor, 20 ppm Acid Black I (ABI) solution was prepared and the decomposition of this solution was investigated. At the end of 120 minutes, it was determined that the catalyst removed 44.55% of the dye.

**Keywords:** *Photocatalytic degradation, TiO<sub>2</sub>/PEG nanocomposite, Acid Black I*

## 1.GİRİŞ

Geniş bant aralıklı yarı iletkenlere dayalı organik kirleticilerin fotokatalitik bozulması, son yıllarda, aynı anda güneş enerjisi toplama, foto-şarjlı yük taşıyıcıları ve aktif elektronik durumlar aracılığıyla kimyasal reaksiyonları tahrik etme kabiliyetleri nedeni ile son zamanlarda oldukça büyük ilgi görmektedir. [1]. Son yıllarda çevre kirliliğinin giderilmesine ilişkin birçok çalışma mevcut olmaktadır. Bakteriler, boyar maddeler, is tabakaları ve kötü kokular gibi kirletici maddelerin imhası için umut verici yöntemlerden biri de yarı-iletken fotokatalizörlerin kullanılmasıdır. Verimli bir fotokatalist elde etmek için birçok yarı-iletken nano parçacık üzerinde çalışılmıştır [2]. Nanoparçacık, büyük yüzey hacimleri ve boyuta bağlı özellikleri nedeni ile oldukça büyük ilgi görmektedir. Nanoparçacıklara TiO<sub>2</sub>, ZnO, SnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, SrTO<sub>3</sub> ve  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gibi oksit yarı-iletken malzemeler örnek olarak verilebilir ve bu nanoparçacıklar fotokatalizörle kullanılma potansiyeline sahip olmaktadır [3]. Bu nanoparçacıklar arasında Titanyum dioksit (TiO<sub>2</sub>), fiziksel ve kimyasal stabilitesi, yüksek katalitik aktivitesi, yüksek oksidatif gücü, düşük maliyeti ve üretim kolaylığı nedeniyle en yaygın kullanılan yarı iletken fotokatalist olmaktadır [4].

TiO<sub>2</sub>'nin fotokatalitik aktivitesi, kristal yapısı, rutil ve anataz kristal fazları arasındaki oran, özgül yüzey alanı, partikül boyutunun dağılımı, kristal yapı kusurları dahil olmak üzere birçok parametreye bağlı olmaktadır [5]. Literatür çalışmalarında, TiO<sub>2</sub>'de yüksek gözenekliliğin elde edilmesi için gerekli olan işlemlerde eksiklik yapılması, şimdiye kadar yapıda mevcut olan gözenekliliğin, partikül aglomerasyonu, çözücü buharlaştırması veya yapı yönlendirme ajanlarının kullanılması yada kristalizasyon prosesinin yanısıra sentez sırasında yardımcı polimerlerin kullanılması gibi nedenlerden dolayı sınırlandırıldığı bildirilmiştir. Bu nedenle, son derece gözenekli ve kararlı bir TiO<sub>2</sub>'nin elde edilmesi için üç boyutlu (3D) gözeneklilik yapısını sağlayan bir sentez işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir [6].

Katı inorganik malzemelerin sentezi için gerekli olan çeşitli yöntemler arasında, nispeten basit ve ucuz bir yöntem olan sol-jel tekniği, mükemmel kimyasal homojenliğe sahip düşük reaksiyon sıcaklıklarında benzersiz metastabil yapı elde etme olasılığı nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Sol – jel işleminde başlatıcı maddelerin hidrolizi, yoğunlaşması ve polimerleştirilmesi sağlanarak kolloidal bir süspansiyon ve sol oluşturulmaktadır. Sol – jel tekniği birçok avantaj sağlamasına rağmen, bazı yönlerden sınırlamalarda getirmektedir. Hidroliz ve yoğunlaşma hızını kontrol etmede problemlerin yaşanması yüzey alanında ve porozitede istenmeyen düşüslere neden olmaktadır. Bu tür problemlerin üstesinden gelebilmek için polistiren (PS), biyo – kompozit jel ve polietilen glikol (PEG) gibi katkılar katalizör sentezi sırasında kullanılmaktadır [5]. Polietilen glikol (PEG), dinamik bir konformasyona sahip tekrar eden etilen eter birimlerinin sarılı bir polimeridir. PEG birçok uygulama için ucuz, çok yönlü bir polimer türüdür. Buna ilave olarak, PEG toksik, immünojenik olmayıp, olumlu farmakokinetiğe ve doku dağılımına sahip olmaktadır. Nanopartiküllerin (NP) yüzeylerini polietilen glikol (PEG) ile modifiye etmek aglomerasyonu engellemekle kalmaz aynı zamanda nanopartiküllerin adsorpsiyon direncini de artırmaktadır [7].

Bu çalışmada, Polietilen glikol (PEG) ile modifiye edilmiş TiO<sub>2</sub> katalizörü sentezlenerek katalizörün fotokatalitik performansının iyileştirilmesi, gözenekliliğin artırılması ve kalsinasyon işlemi sırasında filmin çatlama riskinin azaltılması amaçlanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyaller

Polietilen glikol (PEG, wt 8.000 powder, Sigma Aldrich), titanyum (IV) izopropoksit (Sigma Aldrich, %97), etanol (Sigma Aldrich, %99,8), asetik asit (Sigma-Aldrich, >%99.7), ve distile su kullanılmıştır.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. TiO<sub>2</sub>/PEG Nanokompozitinin Sentezi

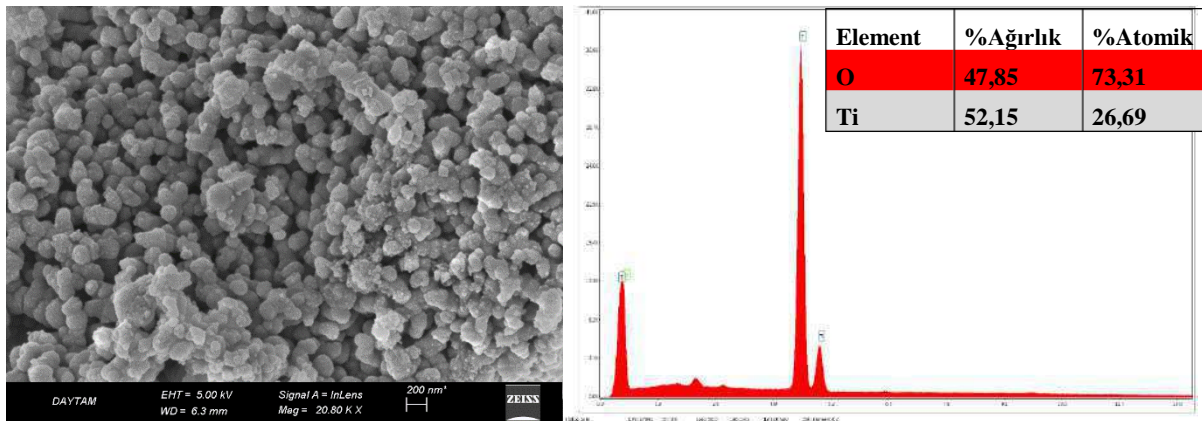
75 mL etanol 6.5 mL Titanyum (IV) izopropoksit ile 45 °C'de 1.5 saat karıştırıldı. Diğer tarafta 15 mL asetik asit, 7.5 mL iyonize su ve 0.2 g polietilen glikol 45 °C'de 1.5 saatlik süre ile karıştırıldı. Karışma işlemi tamamlandıktan sonra asetik asit, su karışımı titanyum solüsyonunun içerisine damla damla ilave edildi ve 45 °C'de 3 saat karıştırıldı. Solüsyon cam petri kaplarına dökülerek 60 °C'de kurutuldu. Elde edilen tozlar 450 °C'de 2.5 saat kalsinasyon işlemine tabi tutulmuştur.

### 2.3. Fotokatalitik Aktivite Testi

Toz şeklinde üretilmiş ince-film fotokatalizör, Acid Black I boyar maddesinin fotokatalitik bozunmasında kullanılmıştır. Reaksiyon sıcaklığı 25°C de sabit tutulmuş ve 44W/m<sup>2</sup>'lik bir ışık kaynağı kullanılmıştır. Reaksiyon ortamına bir pompa yardımı ile O<sub>2</sub> verilerek doygun konsantrasyon elde edilmesi sağlanmaktadır.

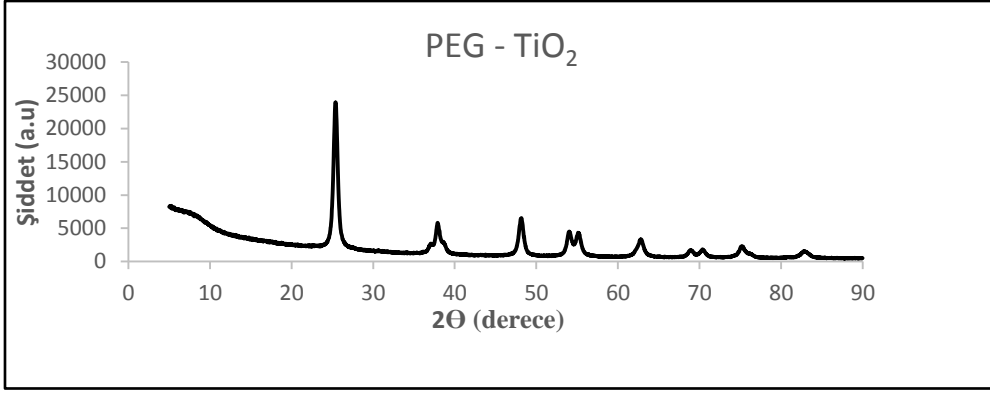
## 3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

### 3.1. SEM ve XRD Analizi



Şekil 1. TiO<sub>2</sub>/PEG nanokompozitinin SEM-EDS görüntüsü

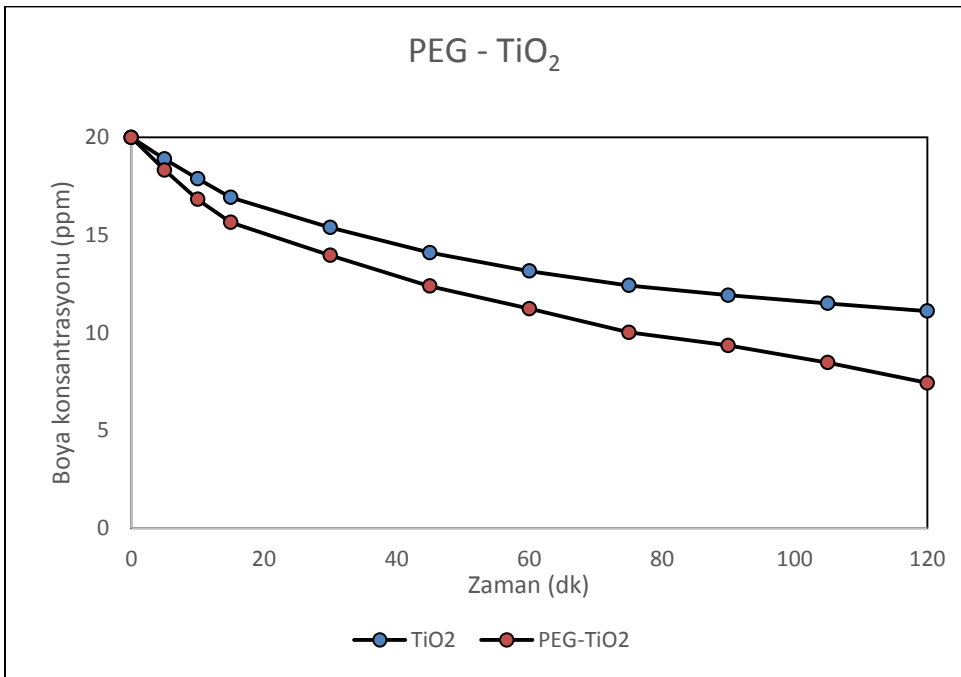
Şekil 1'de görüldüğü gibi, Sentezlenen nanokompozit yapının SEM sonuçlarına göre, PEG'in moleküler ağırlığı ile ilişkili olarak PEG – TiO<sub>2</sub> nanokompozit yapısında gözenek oluşumu gözlemlenmiştir. Kullanılan PEG miktarı artırılırsa oluşan gözeneklerin daha büyük olacağı tahmin edilmektedir ve PEG – TiO<sub>2</sub> fotokatalizörünün fotokatalitik aktiviteyi geliştirmede büyük etkisi olduğu tahmin edilmektedir [8]. EDS sonuçları nanokompozit yapısındaki Ti ve O varlığını kanıtlamaktadır.



Şekil 2. TiO<sub>2</sub>/PEG nanokompozitinin XRD grafiği

Şekil 2’de görüldüğü gibi, elde edilen difraksiyon pikleri TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin anataz fazlarına karşılık gelmektedir. PEG – TiO<sub>2</sub> numunelerindeki keskin difraksiyon pikleri hazırlanan nanokompozitin iyi kristalleşme gösterdiğini belirtmektedir. Numunelerdeki artan porozite, düşük kristallik ve geniş pikler için ana faktördür. Bunun anlamı düşük ısı sıcaklığı altında hazırlanan örneklerde hiçbir faz değişimi meydana gelmemektedir [8].

### 3.2. Fotokatalitik Test



Şekil 3. TiO<sub>2</sub> nanopartikülü ve TiO<sub>2</sub>/PEG fotokatalizörünün Acid Black I üzerindeki bozunma grafiği

Şekil 3’de görüldüğü gibi, TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri PEG ile katkılandığında fotokatalitik aktivitede yavaş bir şekilde artış gözlemlenmektedir. 120 dakikalık süre içerisinde TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri boyanın % 42,6 ‘lık kısmını giderirken TiO<sub>2</sub>/PEG nanokompozitinin boyanın % 45’lik kısmını giderdiği tespit edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda PEG miktarı arttırıldıkça nanokompozit yapının fotoaktivitesinin daha da arttırıldığı tespit edilmiştir [5].

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

TiO<sub>2</sub>/PEG fotokatalisti sol – jel yönteminin cast metodu kullanılarak sentezlendi. Sentezlenen katalistin morfolojik ve kristal yapısı incelendiğinde yapıda gözenek oluşumu gözlemlenmektedir. Polietilen glikol ile modifiye edilmiş TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri 450°C’de 2 saat süre ile kalsine edilerek yüksek yüzey alanı, iyi fotokatalitik aktivite en küçük kristal boyut sergilemektedir. Yapıdaki TiO<sub>2</sub>’nin anataz fazı olması organik kirleticilerin giderilmesinde etkin bir rol oynamaktadır.

#### KAYNAKLAR

1. Wang, D., et al., *Enhanced photoelectrocatalytic activity of reduced graphene oxide/TiO<sub>2</sub> composite films for dye degradation*. Chemical engineering journal, 2012. 198: p. 547-554.
2. Lee, W.I., *Study of the photocatalytic property of titanium (IV) oxide*. 1995.
3. Lee, S., *Development of magnetic composite photocatalytic particles for environmental applications*. 2004: University of Florida.
4. Behpour, M. and M. Chakeri, *Ag-doped TiO<sub>2</sub> nanocomposite prepared by sol gel method: Photocatalytic bactericidal under visible light and characterization*. Journal of Nanostructures, 2012. 2(2): p. 227-234.
5. Dostanić, J., et al., *Modification of dense TiO<sub>2</sub> particles using polyethylene glycol template: Synthesis, characterization, and photocatalytic activity*. Russian Journal of Physical Chemistry A, 2015. 89(13): p. 2492-2496.
6. Balaganapathi, T., et al., *PEG assisted synthesis of porous TiO<sub>2</sub> using sol-gel processing and its characterization studies*. Materials Chemistry and Physics, 2017. 189: p. 50-55.
7. Mano, S.S., et al., *Effect of polyethylene glycol modification of TiO<sub>2</sub> nanoparticles on cytotoxicity and gene expressions in human cell lines*. International journal of molecular sciences, 2012. 13(3): p. 3703-3717.
8. Nawawi, W.I., et al., *The preparation and characterization of immobilized TiO<sub>2</sub>/PEG by using DSAT as a support binder*. Applied Sciences, 2016. 7(1): p. 24.

## TiO<sub>2</sub>/r-GO NANOKOMPOZİT KATALİZÖRÜNÜN TERMAL VE YAPISAL ANALİZLERİNİN İNCELENMESİ

Doç.Dr.Derya TEKİN<sup>1</sup>, Derya BİRHAN<sup>1</sup>, Prof.Dr.Taner TEKİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji Malzeme Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Yarı iletken fotokatalizler, farklı katalitik reaksiyonlarda çok önemlidirler. TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, CdS, ZnS, GaN, ZnO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve BiVO<sub>4</sub> gibi farklı tiplerde fotokatalizörler mevcut olmaktadır. Titanyum oksit (TiO<sub>2</sub>), maliyet etkinliği, düşük toksisite, yüksek stabilite, mükemmel biyouyumluluk, yüksek kimyasallık ve benzersiz fotokatalitik özellikler gösterdiği için birçok uygulama alanında kullanılan bir yarı iletken fotokatalizör olmaktadır. Son yıllarda grafen esaslı nanokompozitler iki bileşenin avantajlı özelliklerini bir araya getiren yüksek katma değere sahip değerli malzemeleri üretmek için bir araya getirilmiştir. Grafen bal peteği şeklinde 2D kafes yapısına sahip sp<sup>2</sup> hibritleşmesi yapan, karbon atomları arasındaki mesafe 0.142 nm olan bir karbon tabakasıdır. İki boyutlu olarak indirgenmiş GO'nun (rGO) kenar ve bazal düzlemleri içerisinde var olan fonksiyonel grupların içerdiği az miktardaki oksijen miktarının varlığı büyük önem taşımaktadır. TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin rGO ile hibritleşmesi, yapıya birçok avantaj sağlamaktadır. Bunun nedeni ise rGO elektron deliği çiftlerinin rekombinasyonunu azaltmakta ve yük transfer oranını artırmaktadır. Bu bildiri kapsamında TiO<sub>2</sub>/r-GO nanokompozit katalizörü sentezlenmiştir. Sentezlenmiş olan nanokompozitin yapısal özelliklerini incelemek için SEM ve XRD, termal özelliklerin incelenmesi için 25-900°C'lik sıcaklık aralığında hava atmosferinde TGA analizinden faydalanılmıştır. TiO<sub>2</sub>/r-GO nanokompozitinin sentezinde, ilk aşamada destek malzemesi Hummer metodu ile sentezlenmiş ve ikinci aşamada da sol-jel yardımı ile TiO<sub>2</sub>/r-GO nanokompoziti sentezlenmiştir. Elde edilen TiO<sub>2</sub>/r-GO nanokompozitinin SEM görüntülerinde, TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin ortalama çapının ~ 15 nm olduğu ve çeşitli şekil ve boyutlara sahip olduğu gözlemlenmiştir. rGO tabakalarının tamamen TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri ile kaplandığı tespit edilmiştir. XRD sonuçlarında, TiO<sub>2</sub>'nin sahip olduğu anataz kristal yapısının kırınım pikleri görülmektedir. TGA analizine göre, sentezlenen katalizörde % 14.21'lik bir kütle kaybı meydana geldiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İndirgenmiş grafen oksit (r-GO), fotokatalizör, TiO<sub>2</sub> nanopartikülü

### ABSTRACT

Semiconductor photocatalysis is very important in different catalytic reactions. Different types of photocatalysts such as TiO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, CdS, ZnS, GaN, ZnO, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and BiVO<sub>4</sub> are present. Titanium oxide (TiO<sub>2</sub>) is a semiconductor photocatalyst used in many applications because of its cost effectiveness, low toxicity, high stability, excellent biocompatibility, high chemicality and unique photocatalytic properties. In recent years, graphene based nanocomposites have been combined to produce high value-added materials that combine the advantageous properties of the two components. Graphene is a carbon layer with a honeycombing 2D lattice sp<sup>2</sup> hybridization and a carbon layer of 0.142 nm. The presence of the small amount of oxygen contained in the two-dimensional reduced GO (rGO) functional groups within the edge and basal planes is of great importance. The hybridization of TiO<sub>2</sub> nanoparticles with rGO provides many advantages to the structure. This is because rGO



reduces the recombination of electron hole pairs and increases the load transfer rate. In this paper,  $TiO_2$  / r-GO nanocomposite catalyst was synthesized. In order to examine the structural properties of the synthesized nanocomposite SEM and XRD, thermal properties of the TGA analysis in the air atmosphere in the temperature range of 25-900 ° C was obtained. In the synthesis of the  $TiO_2$  / r-GO nanocomposite, the support material was first synthesized by the Hummer method and in the second step the  $TiO_2$  / r-GO nanocomposite was synthesized with the aid of the sol-gel. In the SEM images of  $TiO_2$  / r-GO nanocomposite obtained, it was observed that the mean diameter of the  $TiO_2$  nanoparticles was ~ 15 nm and they had various shapes and dimensions. RGO layers were completely covered with  $TiO_2$  nanoparticles. According to the XRD results,  $TiO_2$  differs from the diffraction peaks of the anatase crystal structure. According to the TGA analysis, a mass loss of 14.21% was found in the synthesized catalyst.

**Keywords:** *Reduced graphane oxide (r-GO), photocatalyst,  $TiO_2$  nanoparticles*

## 1. GİRİŞ

İyi bilinen fotokatalitik bir malzeme olan Titanyum oksit ( $TiO_2$ ), maliyet etkinliği, düşük toksisitesi ve yüksek kimyasal kararlılığı nedeniyle birçok alanda büyük ilgi görmektedir [1].  $TiO_2$ , yüksek oksitleme kapasitesi, orta bant aralığı, fotokorozyon ve kimyasal aşınmaya karşı toksik olmayan, ucuz ve yüksek kimyasal kararlılığına sahip olması gibi üstün özellikleri nedeniyle, araştırılmış bir yarı iletken fotokatalisttir [2]. Bununla birlikte,  $TiO_2$ 'nin pratik uygulamaları, bazı sahip olduğu dezavantajlar nedeniyle büyük ölçüde engellenmiştir. Foton üreten elektron – holl çiftlerinin hızlı bir şekilde rekombinasyon olması, görünür ışık bölgesini yeterli derecede kullanamaması, UV bölgesine yakın absorpsiyon göstermesi gibi dezavantajlara sahip olmaktadır [1, 2]. Bu problemleri çözebilmek için metal iyon katma, karbon veya azot katkılama, metal yükleme gibi birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar arasında katalizörün verimliliğini artırmanın en iyi yolu, karbon ve türevlerinin kullanılmasıdır. Bu karbon materyaller arasında en iyi olanı iki boyutlu grafenin kullanılmasıdır [3]. Son zamanlarda grafen,  $TiO_2$ 'nin mekanik, fotokatalitik, termal ve elektrik iletkenlik özelliklerini artırmak için yaygın olarak kullanılan bir destek malzemesidir [4].

Grafen, altıgen bir ağa bağlanan ve bu ağın karbon atomlarından oluştuğu tek tabakalı bir malzemedir. Grafen, karbon nanotüplerin (CNT) ve büyük fullerenlerin imalatında yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Grafen, oda sıcaklığında kuantum Hall etkisinin gözlemlenmesi, yüksek mekanik mukavemet, uygun ısı iletkenliği, yüksek Young modülü, kırılma direnci gibi birçok üstün fiziksel özelliklere sahip olmaktadır. Grafen oksitin indirgenmesi birden fazla indirgeyici ajanlar kullanılmaktadır. Hidrazin hidrat, dimetil hidrazin, dimetil formaldehit gibi indirgeyici ajanlar termal yöntemler ve ultraviyole ışınlamaları kullanılarak indirgenmektedir [5]. Esas olarak, grafen grafen oksitin (GO) kimyasal olarak indirgenmesi redüklenmiş grafen oksitin (rGO) kenar ve bazal düzlemlerinde yer alan az miktarda oksijen içeren fonksiyonel gruplar büyük öneme sahip olmaktadır [6]. Redüklenmiş grafen oksit, karbon ailesinin yeni allotropu olarak; rGO'yu destekleyen nanopartiküller ile iyi bir temas sağlayabilmesi için mükemmel bir destek malzemesi,  $sp^2$  hibritleşmesi yapan karbon yapısının düzlemsel formunu oluşturma ve r-GO/ $TiO_2$  nanokompozitlerinde elektron – holl çiftlerinin rekombinasyonunun etkili bir şekilde engelleme gibi yapı içerisinde birçok benzersiz işleve sahip olmaktadır [7].

Bu çalışmada,  $TiO_2$  nanopartikülleri ve r-GO/ $TiO_2$  nanokompozitinin sentezlenmesi için sol-jel tekniği kullanıldı. Hazırlanan nanokompozitlerin morfolojik, kristal yapıları ve termal özellikleri incelendi.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyaller

Grafit tozları (powder $\leq 45\mu\text{m}$  $\geq 99.99\%$ , Sigma Aldrich), Sülfürik asit ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 95-97%, Merck), Sodyum Nitrat ( $\text{NaNO}_3$ ), Potasyum Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ ), DMF (N-N-Dimethylformamide,  $\geq 99\%$ , Sigma Aldrich) ve Hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ , %30, Sigma Aldrich), Titanyum (IV) izopropoksit (Sigma Aldrich, %97), Etanol (Sigma Aldrich, %99,8) temin edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Grafen Oksitin Sentezi

Grafen oksit grafit tozu Hummer Metoduna göre sentezlenmektedir. İlk önce 69 ml sülfirik asit, 3 g grafit tozu, 1.5 g  $\text{NaNO}_3$  bir 250ml erlen içerisinde karıştırıldı. Daha sonra çözelti sıcaklığının  $0^\circ\text{C}$ 'ye inmesi için bir buz banyosu içerisine yerleştirilmiştir. Sıcaklık  $0^\circ\text{C}$  düştükten sonra 9 g potasyum permanganat çözelti içerisine ilave edildi. Potasyum permanganatın ilavesi bittikten sonra çözelti buz banyosu içerisinden çıkarılarak sıcaklığının oda sıcaklığına çıkması için beklemeye alındı. Daha sonra 138 ml iyonize su ilavesi yapıldı ve  $98^\circ\text{C}$ 'de 15 dakika karıştırıldı ve 480 ml su ilavesi yapıldıktan sonra % 30'luk  $\text{H}_2\text{O}_2$  damlatılarak mevcut kahverengi rengin sarıya dönüşmesi sağlanarak oksitleme işlemi tamamlandı. Elde edilen grafen oksit birkaç kez etanol ve iyonize su ile yıkanarak pH dengesi sağlandı. Daha sonra süzildikten sonra  $60^\circ\text{C}$ 'lik fırında tamamen kuruması gerçekleşene kadar bekletilmektedir.

#### 2.2.2. rGO Sentezi

0.8 g GO tozları 400 ml DMF içerisinde ultrasonikasyonda çözündürülerek 6 saat reflux işlemi gerçekleştirildi. 6 saatlik işlemin sonunda rGO tozları süzülerek etanol ve su ile yıkanarak  $60^\circ\text{C}$ 'lik fırında kurutuldu.

#### 2.2.3. rGO-TiO<sub>2</sub> Nanokompozit Yapısının Sentezi

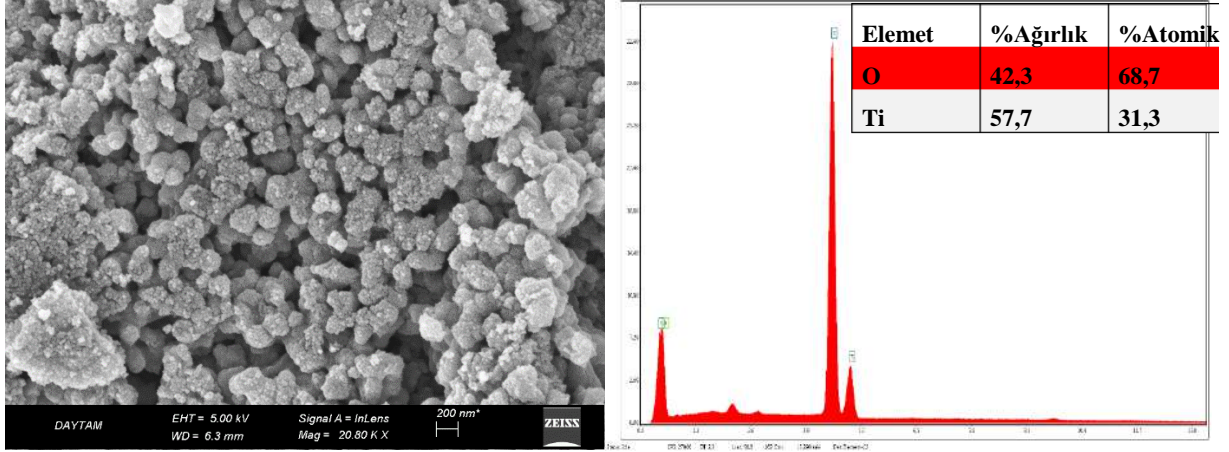
0.1 g rGO tozu 10 ml etanol ve 20ml su ile karıştırılarak 1 saat sonikasyon işlemine tabi tutuldu. 1 saatlik işlemin sonunda 0.2 g anataz formundaki  $\text{TiO}_2$  nanotozları rGO solüsyonunun içerisine ilave edildi ve 1 saatlik karışma süresinin sonunda solüsyon petri kaplarına dökülerek  $60^\circ\text{C}$ 'lik fırında kurutuldu. Ve rGO-TiO<sub>2</sub> nanotozları elde edildi.

### 2.3. Karakterizasyon Teknikleri

Sentezlenen yapıların morfolojik ve elementel analizi SEM-EDS, kristal yapısı XRD ve termal özellikleri TGA cihazı kullanılarak incelenmiştir.

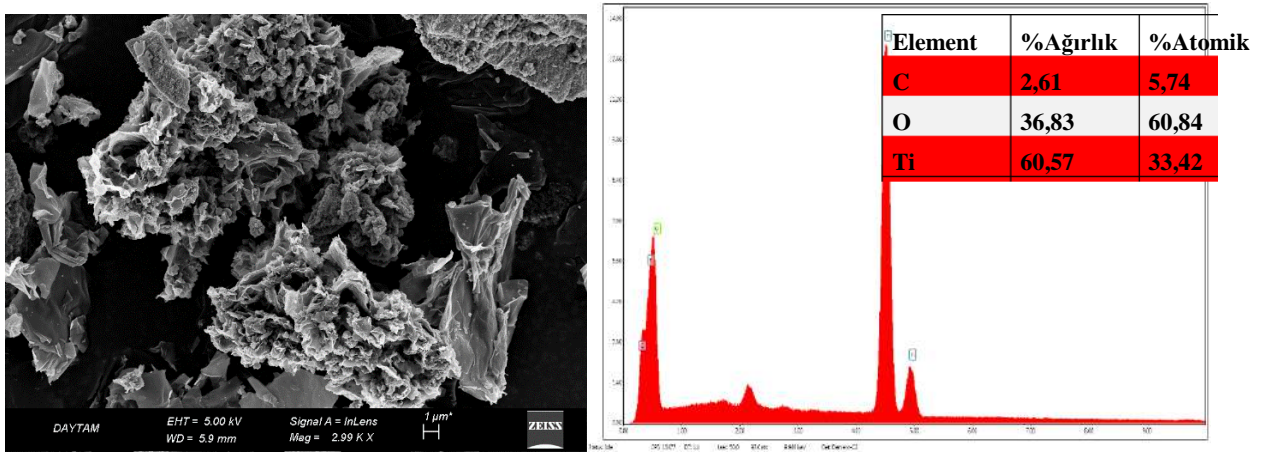
### 3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

#### 3.1. SEM ve XRD analizi



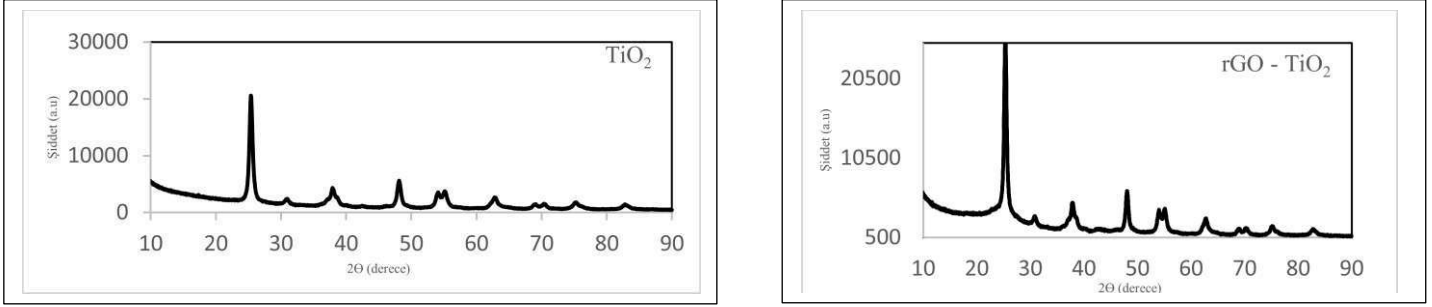
Şekil 1. TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin SEM-EDS görüntüleri

Şekil 1’de görüldüğü gibi, TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin aglomera olduğunu gözlemliyoruz. TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin küresel şeklini ve gözenekli yapısını SEM görüntüleri açıkça ortaya koymaktadır [8]. EDS spektrumları Oksijen ve Titanyumun varlığını doğrulamaktadır.



Şekil 2. r-GO/TiO<sub>2</sub> nanokompozitinin SEM-EDS görüntüleri

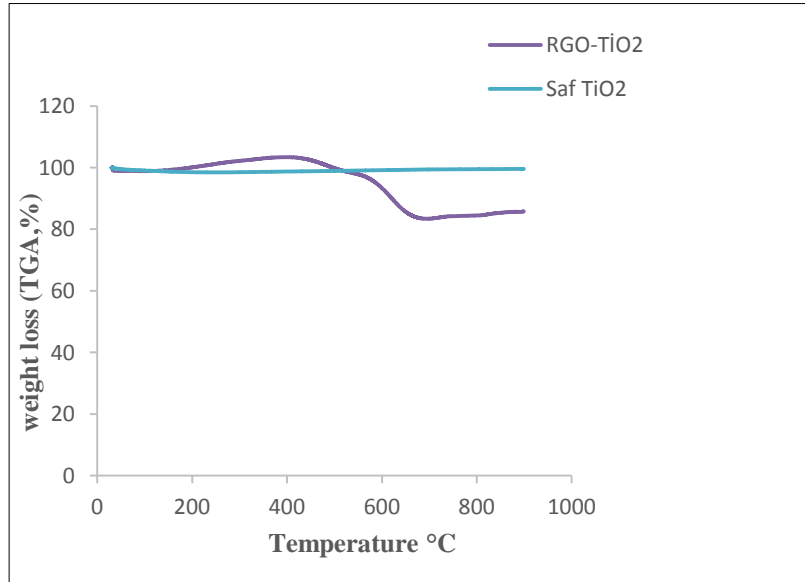
Şekil 2’de görüldüğü gibi, rGO tabakaları tamamen TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri ile kaplanmıştır. Bu iki malzeme arasında mükemmel bir elektrik iletkenliği istiyorsak rGO levhaları ve TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri arasındaki bu güçlü etkileşim kurmak oldukça önemlidir [9]. EDS spektrumları C, O ve Ti varlığını doğrulamaktadır.



Şekil 3. TiO<sub>2</sub> nanopartikülü ve r-GO/TiO<sub>2</sub> nanokompozitinin XRD diyagramı

Şekil 3’de görüldüğü gibi, sentezlenen TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin XRD sonuçlarına göre, TiO<sub>2</sub> nanopartikülü anataz formu için JCPDS (JCPDS No. 21-1272) kartları ile uygun yoğun kırınım pikleri göstermektedir. TiO<sub>2</sub> nanopartikülü, 3 saat boyunca 500 ° C’de tavlama sonrasında polikristalin anataz fazına dönüşmektedir [10]. r-GO/TiO<sub>2</sub> nanokompozitinin kırınım pikleri, anataz formundaki TiO<sub>2</sub>’nin kırınım pikleri ile benzerlikler göstermektedir [11].

### 3.2. Termal Analiz



Şekil 3. TiO<sub>2</sub> nanopartikülü ve r-GO/TiO<sub>2</sub> nanokompozitinin TGA eğrileri

Şekil 3’de görüldüğü gibi, TiO<sub>2</sub> nanopartiküllerinin termal direncinin yüksek olduğunu ve yapısındaki karboksil yapıları nedeni ile termal kararlılığında artış meydana geldiğini göstermektedir. rGO – TiO<sub>2</sub> nanokompozitinde yapı içerisindeki suyun kaybolması nedeni ile kütle kaybı meydana gelmektedir. TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri ile karşılaştırıldığında grafen destekli yapıda daha fazla termal bozunma meydana gelmektedir [12].

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

TiO<sub>2</sub> ve GO başlatıcıları kullanılarak TiO<sub>2</sub> nanopartikülleri ve r-GO/TiO<sub>2</sub> nanokompoziti sol-jel yönteminin cast metodu kullanılarak sentezlendi. Yapısal incelemeler sonucunda titanyum parçacıklarının kompozit yapı içerisinde grafen tabakaları ile fiziksel olarak bir etkileşim göstermektedir. r-GO'nun ağırlık yüzdesi ve altıgen halkalarının neden olduğu yüksek ısı direnç nedeni ile sentezlenen nanopartiküllerin termal dirençlerini de önemli ölçüde etkilemektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Zhao, W., et al., *Synthesis of Ag/TiO<sub>2</sub>/graphene and its photocatalytic properties under visible light*. Materials Letters, 2016. **171**: p. 182-186.
2. Maruthamani, D., D. Divakar, and M. Kumaravel, *Enhanced photocatalytic activity of TiO<sub>2</sub> by reduced graphene oxide in mineralization of Rhodamine B dye*. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2015. **30**: p. 33-43.
3. Galińska, A. and J. Walendziewski, *Photocatalytic water splitting over Pt–TiO<sub>2</sub> in the presence of sacrificial reagents*. Energy & Fuels, 2005. **19**(3): p. 1143-1147.
4. Luo, L., et al., *Hydrothermal synthesis of fluorinated anatase TiO<sub>2</sub>/reduced graphene oxide nanocomposites and their photocatalytic degradation of bisphenol A*. Applied Surface Science, 2015. **353**: p. 469-479.
5. Didehban, K., L. Mohammadi, and J. Azimvand, *Preparation of RGO/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/poly (acrylic acid) hydrogel nanocomposites with improved magnetic, thermal and electrochemical properties*. Materials Chemistry and Physics, 2017. **195**: p. 162-169.
6. Sohail, M., et al., *Synthesis of well-dispersed TiO<sub>2</sub>@ reduced graphene oxide (rGO) nanocomposites and their photocatalytic properties*. Materials Research Bulletin, 2017. **90**: p. 125-130.
7. Wang, D., et al., *Enhanced photoelectrocatalytic activity of reduced graphene oxide/TiO<sub>2</sub> composite films for dye degradation*. Chemical engineering journal, 2012. **198**: p. 547-554.
8. Singh, R., S.G. Kulkarni, and S.S. Channe, *Thermal and mechanical properties of nano-titanium dioxide-doped polyvinyl alcohol*. Polymer bulletin, 2013. **70**(4): p. 1251-1264.
9. Morais, A., et al., *Nanocrystalline anatase TiO<sub>2</sub>/reduced graphene oxide composite films as photoanodes for photoelectrochemical water splitting studies: the role of reduced graphene oxide*. Physical Chemistry Chemical Physics, 2016. **18**(4): p. 2608-2616.
10. Vishwas, M., et al., *Effect of tio<sub>2</sub> nano-particles on optical, electrical and mechanical properties of poly (vinyl alcohol) films*. Procedia Materials Science, 2014. **5**: p. 847-854.
11. Yang, Y., et al., *One-step hydrothermal synthesis of surface fluorinated TiO<sub>2</sub>/reduced graphene oxide nanocomposites for photocatalytic degradation of estrogens*. Materials Science in Semiconductor Processing, 2015. **40**: p. 183-193.
12. Liu, S., et al., *Graphene facilitated visible light photodegradation of methylene blue over titanium dioxide photocatalysts*. Chemical Engineering Journal, 2013. **214**: p. 298-303.

**BOUND ESTIMATES FOR THE COEFFICIENTS AND FEKETE-SZEGÖ  
FUNCTIONAL OF CERTAIN CLASS OF ANALYTIC  
FUNCTIONS DEFINED BY  $q$ - DERIVATIVE**

**Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR, Muharrem C.  
GÜNDÜZ**

Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters, Kafkas University

**ABSTRACT**

In this study, we introduce and investigate a subclass  $C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  of analytic and univalent functions in the open unit disk in the complex plane. Here, we give estimates for the coefficients of the function  $f \in C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Also, here we solve the Fekete-Szegö problem for this class.

**Keywords:** Analytic function, Univalent functions, Fekete-Szegö functional, Convex function of order alpha.

**1. INTRODUCTION**

Let  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  and  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U$ . Also, let's  $A$  the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which satisfies the normalization conditions  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$ ; that is,

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.1)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of all functions which are also univalent in  $U$ .

Some of the important subclasses of  $S$  is convex functions  $C(\alpha)$  of order  $\alpha \geq 0$ . By definition (Duren, 1983, Goodman, 1983, Srivastava, Owa 1992)

$$C(\alpha) = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left( \frac{(zf'(z))'}{f'(z)} \right) > \alpha, z \in U \right\}. \quad (1.2)$$

For convenience,  $C = C(0)$  is well-known convex functions in  $U$ . It is well known that geometrically a function  $f \in A$  is called convex in  $U$  if  $f(U)$  is convex domain in the complex plane. In other words, geometrically convex functions satisfies the condition  $\operatorname{Re} \left( \frac{(zf'(z))'}{f'(z)} \right) > 0$ . Also, it is clear that  $C(\alpha) \subset C$  for  $\alpha \in [0,1)$ .

Among the important tools in the theory of analytic functions are Hankel determinant, which defined by coefficients of the function  $f \in S$  as  $H_q(n) = \begin{vmatrix} a_j & & \\ & \ddots & \\ & & a_j \end{vmatrix}_{j=n, n+q-1}^{j=n, n+q-1}$ ,  $a_1=1$ ,  $n=1,2,3,\dots$ ,  $q=1,2,3,\dots$  (Noonan, Thomas, 1976). The functional  $H_2(1)=a_3-a_2^2$  is known as the Fekete-Szegö functional and one usually considers the further generalized functional  $H_2(1, \mu) = a_3 - \mu a_2^2$ , where  $\mu$  is a number (Fekete, Szegö, 1933). Finding upper bound for  $|a_3 - \mu a_2^2|$  is known as the Fekete-Szegö problem in the theory of analytic functions.

In 1969 Koegh and Merkes (Koegh, Merkes, 1969) solved the Fekete-Szegö problem for the classes of starlike and convex functions for some real  $\mu$ . The Fekete-Szegö problem has been investigated by many mathematicians for several subclasses of analytic functions (Caglar, Aslan, 2016, Mustafa, 2017, Mustafa, Akbulut, 2018, Mustafa, Akbulut, 2019, Noonan, Thomas, 1976, Orhan, Deniz, Raducanu, 2010).

Recently,  $q$ -derivative operator has been used to investigate several subclasses of analytic functions in different ways with different perspectives by many researchers and their interesting results are too voluminous to discuss. For example, the extension of the theory of univalent functions can be used to describe the theory of  $q$ -derivative,  $q$ -derivative operator are also used to construct several subclasses of analytic functions and so on.

Along with the prevalence of  $q$ -analysis methods in approximation theory, the study of operators sequence has attracted more and more attention. It has been shown that linear positive operators constructed by  $q$ -numbers are quite effective as far as the rate of convergence is concerned and we can have some unexpected results, which are not observed for classical case.

By using the properties of  $q$ -derivative shown (Ali, 2006) that  $q$ -Szász Mirakyan operators are convex if the function involved is convex, generalizing well known results for  $q=1$ . Also, they (Ali, 2006) show that  $q$ -derivatives of these operators converge to  $q$ -derivatives of approximated functions.

In his fundamental paper (Jackson, 1908) Jackson for  $q \in (0,1)$  introduced the  $q$ -derivative operator  $D_q$  of the function  $f(z)$  as follows

$$D_q f(z) = \begin{cases} \frac{f(z) - f(qz)}{(1-q)z}, & \text{if } z \neq 0, \\ f'(0) & , \text{ if } z = 0. \end{cases} \quad (1.3)$$

The formulas for the  $q$ -derivative  $D_q$  of a product and a quotient of functions are

$$D_q z^n = [n]_q z^{n-1}, \quad n \in \mathbb{N}, \quad (1.4)$$

where  $[n]_q = \sum_{k=1}^n q^{k-1}$ ,  $[0]_q = 0$  is the  $q$ -analogue of the natural numbers (which called the basic number  $n$ ). It follows that  $[1]_q = 1$ ,  $\lim_{q \rightarrow 1} [n]_q = n$  and  $[n]_q = (1 - q^n)/(1 - q)$  for  $q \in (0, 1)$ .

Also,

$$D_q[f(z)g(z)] = g(z)D_q f(z) + f(qz)D_q g(z), \quad (1.4)$$

$$D_q \left[ \frac{f(z)}{g(z)} \right] = \frac{g(z)D_q f(z) - f(z)D_q g(z)}{g(qz)g(z)}, \quad g(qz)g(z) \neq 0 \quad (1.5)$$

and the general Leibniz rule for action of powers of the  $q$ -derivative operator on a product of functions is

$$D_q^{(n)}(fg)(z) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k}_q D_q^{(k)} f(z) D_q^{(n-k)} g(q^k z), \quad (1.6)$$

where  $\binom{n}{k}_q$  is  $q$ -binomial coefficients, defined by  $\binom{n}{k}_q = \frac{[n]_q!}{[k]_q! [n-k]_q!}$  for  $k = 0, 1, 2, \dots, n$

and  $[n]_q! = \prod_{k=1}^n [k]_q$ ,  $[0]_q! = 1$  is factorial function. For more properties of the difference operator  $D_q$  see (Exton, 1983, Gasper, Rahman, 1990, Jackson, 1942).

It follows from (1.6) that  $D_q^2 f(z) = D_q(D_q f(z))$ , and  $D_q^n f(z) = D_q(D_q^{n-1} f(z))$  for  $n = 3, 4, \dots$ .

Let  $f \in S$ . For  $q \in (0, 1)$ , we define by  $C_q(\alpha)$  the subclass of  $A$  which we will call  $q$ -convex functions of order  $\alpha \geq 0$

$$C_q(\alpha) = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \frac{D_q(zD_q f(z))}{D_q f(z)} > \alpha, z \in U \right\},$$

In this study, we obtain estimates for the coefficients of the function  $f \in C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ . Also, here we give a upper bound estimate for the Fekete-Szegö functional  $|a_3 - \mu a_2^2|$ , when  $f \in C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ .

In order to prove our main results, we need the following lemmas (Libera, Zlotkiewics, 1982, Keog, Merkes, 1969) concerning functions in the class  $P$ , i. e. analytic functions  $p$  such that  $p(0) = 1$  and  $\operatorname{Re}(p(z)) > 0$  for all  $z \in U$ . That is,  $p \in P$  have the power series expansion as follows

$$p(z) = 1 + p_1 z + p_2 z^2 + p_3 z^3 + \dots, z \in U.$$



**Lemma 1.1.** Let  $p \in P$ , then  $|p_n| \leq 2$  for every  $n = 1, 2, 3, \dots$ . These inequalities are sharp for each  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Moreover,

$$2p_2 = p_1^2 + (4 - p_1^2)x,$$

$$4p_3 = p_1^3 + 2(4 - p_1^2)p_1x - (4 - p_1^2)p_1x^2 + 2(4 - p_1^2)(1 - |x|^2)z$$

for some complex  $x, z$  with  $|x| \leq 1, |z| \leq 1$ .

**Lemma 1.2.** Let  $p \in P$ . Then,

$$\left| p_2 - \frac{\nu}{2} p_1^2 \right| \leq 2 \max \{1, |\nu - 1|\} = \begin{cases} 2, & \nu \in [0, 2], \\ 2|\nu - 1|, & \text{elsewhere} \end{cases}$$

for all  $\nu \in \mathbb{R}$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ . Then,

$$|a_n| \leq \prod_{k=2}^n \frac{[k-2]_q + 2(1-\alpha)}{[k]_q}, \quad n = 2, 3, 4, \dots$$

**Proof.** Let  $f \in C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ . Then,

$$\frac{D_q(zD_q f(z))}{D_q f(z)} = \alpha + (1-\alpha)p(z). \tag{2.1}$$

Upon simplification, we obtain

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n z^{n-1} = (1-\alpha) \left[ \left( 1 + \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \right) \times \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n \right].$$

Comparing coefficient of  $z^n$ , we get

$$[n]_q [n-1]_q a_n = (1-\alpha) \left( p_{n-1} + [2]_q p_{n-2} a_2 + \dots + [n-1]_q p_1 a_{n-1} \right). \tag{2.2}$$

Using triangle inequality and Lemma 1.1, we write

$$[n]_q [n-1]_q |a_n| \leq 2(1-\alpha) \left( 1 + [2]_2 |a_2| + \dots + [n-1]_q |a_{n-1}| \right). \tag{2.3}$$

For  $n = 2$  and  $n = 3$  in (2.3), we can get the following easily

$$|a_2| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q}, \quad |a_3| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q [3]_q} ([1]_q + 2(1-\alpha)).$$

Making  $n = 4$  in (2.3), we get

$$|a_4| \leq \frac{2(1-\alpha)([1]_q + 2(1-\alpha))([2]_q + 2(1-\alpha))}{[2]_q [3]_q [4]_q}.$$

In general, by using the principal of mathematical induction, we can obtain

$$|a_n| \leq \prod_{k=2}^n \frac{[k-2]_q + 2(1-\alpha)}{[k]_q}, \quad n = 2, 3, 4, \dots$$

Thus, the proof of Theorem 2.1 is completed.

From the Theorem 2.1, we arrive at the following result.

**Corollary 2.1.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C_q$ ,  $q \in (0,1)$ . Then,*

$$|a_n| \leq \prod_{k=2}^n \frac{2 + [k-2]_q}{[k]_q}, \quad n = 2, 3, 4, \dots$$

**Theorem 2.2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  and  $\mu \in \mathbb{C}$ . Then,*

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2(1-\alpha)|\nu-1|}{[2]_q [3]_q},$$

where

$$\nu = 2(1-\alpha) \left( \frac{[3]_q}{[2]_q} \mu - 1 \right).$$

**Proof.** Let  $f \in C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  and  $\mu \in \mathbb{C}$ . Then, from (2.2) we have

$$a_2 = \frac{1-\alpha}{[2]_q} p_1, \quad a_3 = \frac{1-\alpha}{[2]_q [3]_q} [p_2 + (1-\alpha)p_1^2]. \quad (2.4)$$

Substituting the values  $a_2$  and  $a_3$  from (2.4) in the Fekete-Szegö functional  $a_3 - \mu a_2^2$ , we obtain

$$|a_3 - \mu a_2^2| = \frac{1-\alpha}{[2]_q [3]_q} \left| p_2 - (1-\alpha) \left( \frac{[3]_q}{[2]_q} \mu - 1 \right) p_1^2 \right|.$$

Using Lemma 1.2 to the last equality, we can write

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2(1-\alpha)|\nu-1|}{[2]_q [3]_q},$$

where

$$\nu = 2(1-\alpha) \left( \frac{[3]_q}{[2]_q} \mu - 1 \right).$$

Thus the proof of Theorem 2.2 is completed.

From Theorem 2.2, we obtain the following results.

**Corollary 2.2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C_q$ ,  $q \in (0,1)$  and  $\mu \in \mathbb{R}$  .. Then,*

$$|a_3 - \mu a_2^2| \leq \frac{2|\nu-1|}{[2]_q [3]_q},$$

where

$$\nu = 2 \left( \frac{[3]_q}{[2]_q} \mu - 1 \right).$$

**Corollary 2.3.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Then,*

$$|a_3 - a_2^2| \leq \frac{2(1-\alpha)}{[2]_q [3]_q}.$$

**Corollary 2.4.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C_q$ ,  $q \in (0,1)$ . Then,*

$$|a_3 - a_2^2| \leq \frac{2}{[2]_q [3]_q}.$$

**Corollary 2.5.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Then,*

$$|a_3| \leq \frac{2(1-\alpha)(3-2\alpha)}{[2]_q [3]_q}.$$

**Note:** As seen, the inequality obtained in Corollary 2.5 verified the inequality for  $|a_3|$  obtained in Theorem 2.1.

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this presented study, we find the upper bound estimate for the functional  $|a_3 - \mu a_2^2|$ , where  $\mu$  is a complex number and  $f \in C_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Also, here we give estimates for modulus  $|a_n|$  of the coefficients  $a_n$ ,  $n = 2,3,4,\dots$  of the function  $f \in C_q(\alpha)$ . Using same technique, we can find estimate for the functional  $|a_3 - \mu a_2^2|$  when  $f \in S_q^*(\alpha)$ , where  $S_q^*(\alpha)$  is  $q$ -starlike function class of order  $\alpha$ . Furthermore, the estimates for modulus  $|a_n|$  of the coefficients  $a_n$ ,  $n = 2,3,4,\dots$  when  $f \in S_q^*(\alpha)$  can be obtained.

#### References

- Ali, A., Viyaj, G. 2006. The  $q$ -derivative and applications to  $q$ -Szász Mirakyan operator. *Calcolo*, 43(3), 151-170.
- Caglar, M. & Aslan, S. 2016. Fekete-Szegö inequalities for subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate condition. *AIP Conference Proceedings* 2016; 1726, 020078, doi:http://dx.doi.org/10.1063/1.4945904.
- Duren, P. L. 1983. *Univalent Functions*. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften 259, Springer-Verlag, New York.
- Exton, H. 1983.  *$q$ -Hypergeometric Functions and Applications*. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Fekete, M., Szegö G. 1933. Eine Bemerkung über ungerade schlichte Funktionen. *J. London Math. Soc.* 8, 85-89 (in German).
- Gasper, G., Rahman, M. 1990. *Basic hypergeometric series*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Goodman, A. W. 1983. *Univalent Functions*. Volume I, Polygonal, Washington.
- Jackson, F. H. 1908. On  $q$ -functions and a certain difference operator. *Trans. Roy. Soc. Edin*, 46, 253-281.
- Jackson, F. H. 1942. On basic double hypergeometric functions. *Quart. J. Math.* 1, 69-82.
- Koehn, F. R., Merkes E. P. 1969. A coefficient inequality for certain classes of analytic functions. *P Amer. Math. Soc.* 20, 8-12.
- Libera, R. J. and Zlotkiewics E. J. 1982. Early coefficients of the inverse of a regular convex function. *Proc. Amer. Math. Soc.* 85(2) 225-230.

- Mustafa, N. 2017. Fekete-Szegö problem for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 4(8), 390-400.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2018. Application of the second Chebyshev polynomials to coefficient estimates of analytic functions. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(6), 143-148.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2019. Application of the second kind Chebyshev polynomial to the Fekete-Szegö problem of certain class analytic functions. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 6(2), 154-163.
- Noonan, J. W., Thomas, D. K. 1976. On the second Hankel determinant of areally mean  $p$ -valent functions. *T. Amer. Math. Soc.* 223, 337-346.
- Orhan, H., Deniz, E. & Raducanu, D. 2010. The Fekete-Szegö problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains. *Comput. Math. Appl.* 59, 283-295.
- Srivastava, H. M., Owa, S. 1992. Editors, *Current Topics in Analytic Function Theory*. World Scientific, Singapore.

**SOME PROPERTIES OF CERTAIN CLASS OF ANALYTIC  
FUNCTIONS DEFINED BY  $q$ -DERIVATIVE**

**Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR,**

**PhD student Semra KORKMAZ**

Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters, Kafkas University

**ABSTRACT**

In this study, using  $q$ -derivative, we introduce and investigate a subclass of analytic and univalent functions  $S_q^*$ ,  $q \in (0,1)$ , which we will call  $q$ -starlike function class. In the study, we give the conditions for a function to belong to the class  $S_q^*$ ,  $q \in (0,1)$ .

**Keywords:** Analytic function, Univalent function,  $q$ -derivative operator,  $q$ -starlike function.

**1. INTRODUCTION**

Recently,  $q$ -derivative operator has been used to investigate several subclasses of analytic functions in different ways with different perspectives by many researchers and their interesting results are too voluminous to discuss. For example, to the extension of the theory of univalent functions can be used the theory of  $q$ -derivative. Also,  $q$ -derivative operators are used to construct several subclasses of analytic functions and so on.

Along with the prevalence of  $q$ -analysis methods in approximation theory, the study of operators sequence has attracted more and more attention. It has been shown that linear positive operators constructed by  $q$ -numbers are quite effective as far as the rate of convergence is concerned and we can have some unexpected results, which are not observed for classical case.

By using the properties of  $q$ -derivative shown (Ali, 2006) that  $q$ -Szász Mirakyan operators are convex if the function involved is convex, generalizing well known results for  $q=1$ . Also, they show (Ali, 2006) that  $q$ -derivatives of these operators converge to  $q$ -derivatives of approximated functions.

In his fundamental paper Jackson (Jackson, 1908) introduced  $q$ -derivative operator  $D_q$  of the function  $f$  as follows

$$D_q f(z) = \begin{cases} \frac{f(z) - f(qz)}{(1-q)z}, & \text{if } z \neq 0, \\ f'(0) & , \text{if } z = 0 \end{cases} \quad (1.1)$$

for  $q \in (0,1)$ .

The formulas for  $q$ -derivative  $D_q$  of a product and a quotient of functions are

$$D_q z^n = [n]_q z^{n-1}, \quad n \in \mathbb{N}, \quad (1.2)$$

where  $[n]_q = \sum_{k=1}^n q^{k-1}$ ,  $[0]_q = 0$  is  $q$ -analogue of the natural numbers (which called the basic number  $n$ ). It follows that  $[1]_q = 1$ ,  $\lim_{q \rightarrow 1} [n]_q = n$  and  $[n]_q = (1 - q^n)/(1 - q)$  for  $q \in (0,1)$ .

Also,

$$D_q [f(z)g(z)] = g(z)D_q f(z) + f(qz)D_q g(z), \quad (1.3)$$

$$D_q \left[ \frac{f(z)}{g(z)} \right] = \frac{g(z)D_q f(z) - f(z)D_q g(z)}{g(qz)g(z)}, \quad g(qz)g(z) \neq 0 \quad (1.4)$$

and the general Leibniz rule for action of powers of the  $q$ -derivative operator on a product of functions is

$$D_q^{(n)} (fg)(z) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k}_q D_q^{(k)} f(z) D_q^{(n-k)} g(q^k z), \quad (1.5)$$

where  $\binom{n}{k}_q$  is  $q$ -binomial coefficients and defined by  $\binom{n}{k}_q = \frac{[n]_q!}{[k]_q! [n-k]_q!}$  for

$k = 0, 1, 2, \dots, n$   $[n]_q! = \prod_{k=1}^n [k]_q$ ,  $[0]_q! = 1$  is factorial function. For more properties of the difference operator  $D_q$  see (Exton, 1983, Gasper, Rahman, 1990, Jackson, 1942).

It follows from (1.5) that  $D_q^2 f(z) = D_q (D_q f(z))$ , and  $D_q^n f(z) = D_q (D_q^{n-1} f(z))$  for  $n = 3, 4, \dots$ .

Let  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  in the complex plane. Also, let's  $A$  represented the class of analytic functions  $f \in H(U)$ , which are normalized by  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$  with expansion series

$$f(z) = z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \dots + a_n z^n + \dots = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.6)$$

Let  $T$  be the class of analytic functions  $f \in H(U)$ , which are normalized by  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$  with expansion series

$$f(z) = z - a_2 z^2 - a_3 z^3 - \dots - a_n z^n - \dots = z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \geq 0. \quad (1.7)$$

Furthermore, we will denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of the functions which are also univalent in  $U$ .

Some of the important subclasses of  $S$  is  $S^*$  starlike functions in  $U$ . It is well known that geometrically a function  $f \in A$  is called starlike in  $U$  if  $f(U)$  is starlike domain in the complex plane. In other words geometrical condition starlike functions satisfies  $\operatorname{Re}\left(\left(zf'(z)/f(z)\right)\right) > 0$ . So, by definition, starlike function class  $S^*$  given as follows (Duren, 1983, Godman, 1983, Srivastava, Owa, 1992)

$$S^* = \{f \in S : \operatorname{Re}(zf'(z)/f(z)) > 0, z \in U\}. \quad (1.8)$$

It follows from (1.1) that

$$D_q f(z) = 1 + \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \quad (1.9)$$

and  $D_q(zD_q f(z)) = D_q f(z) + zD_q^2 f(z)$  for the function  $f \in S$ . Also, it is clear that  $\lim_{q \rightarrow 1^-} D_q f(z) = f'(z)$  for the function  $f \in S$ .

For  $q \in (0,1)$ , we define by  $S_q^*$  the subclass of  $A$ , which we will call  $q$ -starlike function class, as follows

$$S_q^* = \{f \in S : \operatorname{Re}(zD_q f(z)/f(z)) > 0, z \in U\}.$$

Also, let's

$$TS_q^* = \{f \in T : \operatorname{Re}(zD_q f(z)/f(z)) > 0, z \in U\}.$$

Denote that  $\lim_{q \rightarrow 1^-} D_q f(z) = f'(z) \Rightarrow \lim_{q \rightarrow 1^-} S_q^* = S^*$ .

It is well known that one of the important problems in the theory of analytic and univalent functions is the coefficient problem of the certain subclasses of analytic and univalent functions. Many researchers (Brannan, Taha, 1986, Srivastava, Mishra, Goghayat, 2010, Taha, 1981, Xu, Gui, 2012, Xu, Xiao, Srivastava, 2012) have introduced and investigated several interesting subclasses of the analytic and univalent functions and they have found estimates on the some initial coefficients.

Recently by Polatoğlu (Polatoğlu, 2016)  $q$ -starlike functions were investigated and by the study, basic characterization, growth theorem and distortion theorem were given for this class. Also, by Uçar Özkan (Uçar, Özkan, 2016)  $q$ -close-to-convex functions with respect to Janowski starlike functions were studied and by their study, basic characterization, growth theorem and distortion theorem for this class were given.

In this study, we give sufficient, and sufficient and necessary conditions for the coefficients, respectively, for the subclasses of  $S_q^*$  and  $TS_q^*$ ,  $q \in (0,1)$ .



## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** Let  $f \in A$  be defined by (1.6). Then, the function belongs to the class  $S_q^*$ ,  $q \in (0,1)$  if the following condition is satisfied

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q |a_n| \leq 1. \quad (2.1)$$

The result is sharp for the functions

$$f_n(z) = z + \frac{1}{[n]_q} z^n, \quad n = 2, 3, 4, \dots$$

**Proof.** Let  $f \in S_q^*$ ,  $q \in (0,1)$ . Then,

$$\operatorname{Re}(zD_q f(z)/f(z)) > 0, \quad z \in U. \quad (2.2)$$

It suffices to show that

$$\left| (zD_q f(z) - f(z))/f(z) \right| \leq 1. \quad (2.3)$$

By simple simplification from (2.3), we have

$$\left| \frac{zD_q f(z) - f(z)}{f(z)} \right| = \left| \frac{\sum_{n=2}^{\infty} ([n]_q - 1) a_n z^n}{z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n} \right| \leq \frac{\sum_{n=2}^{\infty} ([n]_q - 1) |a_n|}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} |a_n|}.$$

It is clear that the expression in the right of the last inequality is bounded by 1 if and only if

$$\sum_{n=2}^{\infty} ([n]_q - 1) |a_n| \leq 1 - \sum_{n=2}^{\infty} |a_n|,$$

which is equivalent to (2.1).

The second part of the theorem is clear. Thus, the proof of the Theorem 2.1 is completed.

For the function in class  $TS_q^*$ , the converse of the Theorem 2.1 is also true.

**Theorem 2.2.** Let  $f \in T$  be defined by (1.7). Then, the function belongs to the class  $TS_q^*$ ,  $q \in (0,1)$  if and only if satisfies inequality (2.1). The result obtained here is sharp.

**Proof.** In view of the Theorem 2.1, we only need to prove the necessity of the theorem. Assume that  $f \in TS_q^*$ ,  $q \in (0,1)$ . Then, we have

$$\operatorname{Re} \left[ \left( z - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^n \right) / \left( z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \right) \right] > 0. \quad (2.4)$$

The expression  $\left(z - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^n\right) / \left(z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n\right)$  is real if  $z$  is chosen real. Thus, letting  $z \rightarrow 1$  through real values from the inequality (2.4), we obtain

$$1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n \geq 0,$$

which is equivalent to (2.1).

To see that result obtained in the theorem is sharp, we note that equality is attained in the inequality when the function  $f(z)$  is chosen so that

$$f(z) = f_n(z) = z - \frac{1}{[n]_q} z^n, n = 2, 3, \dots, z \in U ; \quad (2.5)$$

that is, the result obtained in theorem is sharp for the functions  $f_n(z)$ ,  $n = 2, 3, \dots$  defined by (2.5).

Thus, the proof of Theorem 2.2 is completed.

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In the study, we give the necessary, and necessary and sufficient conditions for a function to belong to the function classes  $S_q^*$  and  $TS_q^*$ ,  $q \in (0, 1)$ , respectively. The distortion bound and growth theorems can be given for the class  $TS_q^*$ ,  $q \in (0, 1)$ . Also, using same technique, the necessary, and necessary and sufficient conditions for a function to belong to the function classes  $S_q^*(\alpha)$  and  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ , respectively can be obtained. Furthermore, distortion bound and growth theorems can be given for the class  $TS_q^*(\alpha)$ ,  $q \in (0, 1)$ ,  $\alpha \in [0, 1)$ .

#### References

- Ali, A., Viyaj, G. 2006. The  $q$ - derivative and applications to  $q$ - Szasz Mirakyan operator. *Calcolo*, 43(3), 151-170.
- Brannan, D. A. and Taha, T. S. 1986. On some classes of bi-univalent functions. *Studia Univ. Babes-Bolyai Math.* 31, 70-77.
- Duren, P. L. 1983. *Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften*, Vol. 259, Springer, New York.
- Exton, H. 1983.  *$q$ - Hypergeometric Functions and Applications*. Ellis Horwood Limited, Chichester.

- Gasper, G. and Rahman, M. 1990. Basic hypergeometric series. Cambridge University Press, Cambridge.
- Goodman, A. W. 1983. Univalent Functions. Volume I, Polygonal, Washington.
- Jackson, F. H. 1908. On  $q$ -functions and a certain difference operator. Trans. Roy. Soc. Edin, 46, 253-281.
- Jackson, F. H. 1942. On basic double hypergeometric functions. Quart. J. Math. 13, 69-82.
- Polatoğlu, Y. 2016. Growth and distortion theorems for generalized  $q$ -starlike functions. Advances in Mathematics Scientific Journal, 5(1), 7-12.
- Srivastava, H. M. and Owa, S. 1992. Editors, Current Topics in Analytic Function Theory. World Scientific, Singapore.
- Srivastava, H. M., Mishra, A. K. and Gochhayat, P. 2010. Certain subclasses of analytic and bi-univalent functions. Appl. Mat. Lett. 23, 1188-1192.
- Taha, T. S. 1981. Topics in Univalent Function. Ph. D Thesis, University of London.
- Uçar Özkan, H. E. 2016. Coefficient inequality for  $q$ -starlike functions. Applied Mathematics and Computation, 276, 122-126.
- Xu, Q., Gui, Y. C. and Srivastava, H. M. 2012. Coefficient estimates for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. Appl. Mat. Lett. 25, 990-994.
- Xu, Q., Xiao, H. G. and Srivastava, H. M. 2012. A certain general subclass of analytic and bi-univalent functions and associated coefficient estimate problems. Appl. Mat. Comput. 218, 11461-11465.

**SOME PROPERTIES OF CERTAIN CLASS OF ANALYTIC  
FUNCTIONS DEFINED BY  $q$  - DERIVATIVE**

**Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR,**

**PhD student Semra KORKMAZ**

Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters, Kafkas University

**ABSTRACT**

In this study, using  $q$ -derivative, we introduce and investigate a subclass of analytic and univalent functions  $C_q$ ,  $q \in (0,1)$ , which we will call  $q$ -convex function class of analytic and univalent functions. In the study, we give the conditions for a function to belong to this class.

**Keywords:** Analytic function, Univalent function,  $q$ -derivative operator,  $q$ -convex function.

**1. INTRODUCTION**

Recently,  $q$ -derivative operator has been used to investigate several subclasses of analytic functions in different ways with different perspectives by many researchers and their interesting results are too voluminous to discuss. For example, to the extension of the theory of univalent functions can be used the theory of  $q$ -derivative. Also,  $q$ -derivative operators are used to construct several subclasses of analytic functions and so on.

Along with the prevalence of  $q$ -analysis methods in approximation theory, the study of operators sequence has attracted more and more attention. It has been shown that linear positive operators constructed by  $q$ -numbers are quite effective as far as the rate of convergence is concerned and we can have some unexpected results, which are not observed for classical case.

By using the properties of  $q$ -derivative, shown (Ali, 2006) that  $q$ -Szász Mirakyan operators are convex if the function involved is convex, generalizing well known results for  $q=1$ . Also, they show (Ali, 2006) that  $q$ -derivatives of these operators converge to  $q$ -derivatives of approximated functions.

In his fundamental paper (Jackson, 1908) Jackson, introduced the  $q$ -derivative operator  $D_q$  of the function  $f(z)$  as follows

$$D_q f(z) = \begin{cases} \frac{f(z) - f(qz)}{(1-q)z}, & \text{if } z \neq 0, \\ f'(0) & , \text{if } z = 0 \end{cases} \quad (1.1)$$

for  $q \in (0,1)$ .

The formulas for the  $q$ -derivative  $D_q$  of a product and a quotient of functions are

$$D_q z^n = [n]_q z^{n-1}, \quad n \in \mathbb{N}, \quad (1.2)$$

where  $[n]_q = \sum_{k=1}^n q^{k-1}$ ,  $[0]_q = 0$  is the  $q$ -analogue of the natural numbers (which called the basic number  $n$ ). It follows that  $\lim_{q \rightarrow 1} [n]_q = n$  and  $[n]_q = (1 - q^n) / (1 - q)$  for  $q \in (0, 1)$ .

Also,

$$D_q [f(z)g(z)] = g(z)D_q f(z) + f(qz)D_q g(z), \quad (1.3)$$

$$D_q \left[ \frac{f(z)}{g(z)} \right] = \frac{g(z)D_q f(z) - f(qz)D_q g(z)}{g(qz)g(z)}, \quad g(qz)g(z) \neq 0 \quad (1.4)$$

and the general Leibniz rule for action of powers of the  $q$ -derivative operator on a product of functions is

$$D_q^{(n)} (fg)(z) = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k}_q D_q^{(k)} f(z) D_q^{(n-k)} g(q^k z), \quad (1.5)$$

where  $\binom{n}{k}_q$  is  $q$ -binomial coefficients and defined by  $\binom{n}{k}_q = \frac{[n]_q!}{[k]_q! [n-k]_q!}$  for  $k = 0, 1, 2, \dots, n$   $[n]_q! = \prod_{k=1}^n [k]_q$ ,  $[0]_q! = 1$  is factorial function. For more properties of the difference operator  $D_q$  see (Exton, 1983, Gasper, Rahman, 1990, Jackson, 1942).

It follows from (1.5) that  $D_q^2 f(z) = D_q (D_q f(z))$ , and  $D_q^n f(z) = D_q (D_q^{n-1} f(z))$  for  $n = 3, 4, \dots$ .

Let  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  on the complex plane. Also, let's  $A$  represented the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which are normalized by  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$  with expansion series

$$f(z) = z + a_2 z^2 + a_3 z^3 + \dots + a_n z^n + \dots = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.6)$$

Let  $T$  be the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which are normalized by  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$  with expansion series

$$f(z) = z - a_2 z^2 - a_3 z^3 - \dots - a_n z^n - \dots = z - \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \geq 0. \quad (1.7)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of functions which are also univalent in  $U$ .

Some of the important subclasses of  $S$  is  $C$ , convex functions in  $U$ . By definition (Duren, 1983, Godman, 1983, Srivastava, Owa, 1992)

$$C = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left[ \left( z f'(z) \right)' / f'(z) \right] > 0, z \in U \right\}. \quad (1.8)$$

It is well known that geometrically a function  $f \in A$  is called convex in  $U$  if  $f(U)$  is convex domain in the complex plane. In other words geometrical condition convex functions satisfies  $\operatorname{Re} \left[ \left( z f'(z) \right)' / f'(z) \right] > 0$ .

It follows from (1.1) that

$$D_q f(z) = 1 + \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \quad (1.9)$$

and  $D_q(zD_q f(z)) = D_q f(z) + zD_q^2 f(z)$  for the function  $f \in S$ . Also, it is clear that  $\lim_{q \rightarrow 1^-} D_q f(z) = f'(z)$ .

For  $q \in (0,1)$ , we define by  $C_q$  the subclass of  $A$ , which we will call  $q$ -starlike functions.

$$C_q = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left[ D_q(zD_q f(z)) / D_q f(z) \right] > 0, z \in U \right\}.$$

Also, let's

$$TC_q = \left\{ f \in T : \operatorname{Re} \left[ D_q(zD_q f(z)) / D_q f(z) \right] > 0, z \in U \right\}.$$

We note that  $\lim_{q \rightarrow 1^-} D_q f(z) = f'(z) \Rightarrow \lim_{q \rightarrow 1^-} C_q = C$ .

It is well known that one of the important problems in the theory of analytic functions is the coefficient problem of the certain subclasses of analytic functions. Many researchers (Brannan, Taha, 1986, Srivastava, Mishra, Goghayat, 2010, Taha, 1981, Xu, Gui, 2012, Xu, Xiao, Srivastava, 2012) have introduced and investigated several interesting subclasses of the analytic functions and they have found estimates on the some initial coefficients.

Recently by Polatoğlu (Polatoğlu, 2016)  $q$ -starlike functions were investigated and by the study, basic characterization, growth theorem and distortion theorem were given for this class. Also, by Uçar Özkan (Uçar, Özkan, 2016)  $q$ -close-to-convex functions with respect to Janowski starlike functions were studied and by their study, basic characterization, growth theorem and distortion theorem for this class were given.

In this paper, we give sufficient, and sufficient and necessary conditions for the coefficients, respectively, for the subclasses of analytic functions  $C_q$  and  $TC_q$ ,  $q \in (0,1)$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** Let  $f \in A$  be defined by (1.6). Then, the function belongs to the class  $C_q$ ,  $q \in (0,1)$  if the following condition is satisfied

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q \left( [n-1]_q + 1 \right) |a_n| \leq 1. \quad (2.1)$$

The result is sharp for the functions

$$f_n(z) = z + \frac{1}{[n]_q \left( [n-1]_q + 1 \right)} z^n, \quad n = 2, 3, 4, \dots$$

**Proof.** Let  $f \in C_q$ ,  $q \in (0,1)$ . Then,

$$\operatorname{Re} \left[ D_q \left( z D_q f(z) \right) / D_q f(z) \right] > 0, \quad z \in U. \quad (2.2)$$

It suffices to show that

$$\left| z D_q^2 f(z) / D_q f(z) \right| \leq 1. \quad (2.3)$$

By simple simplification from (2.3), we have

$$\left| \frac{z D_q^2 f(z)}{D_q f(z)} \right| = \left| \frac{\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n z^{n-1}}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1}} \right| \leq \frac{\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q |a_n|}{1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q |a_n|}.$$

It is clear that the last expression in the last inequality is bounded by 1 if and only if

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q |a_n| \leq 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q |a_n|,$$

which is equivalent to (2.1).

The second part of the theorem is clear. Thus, the proof of the Theorem 2.1 is completed.

For the function in class  $TC_q$ , the converse of the Theorem 2.1 is also true.

**Theorem 2.2.** Let  $f \in T$  be defined by (1.7). Then, the function belongs to the class  $TC_q$ ,  $q \in (0,1)$  if and only if satisfies inequality (2.1). The result obtained here is sharp.

**Proof.** In view of the Theorem 2.1, we only need to prove the necessity of the theorem. Assume that  $f \in TC_q$ ,  $q \in (0,1)$ . Then, we have

$$\operatorname{Re} \left[ \left( - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n z^{n-1} \right) / \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \right) \right] > 0. \quad (2.4)$$

The expression

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n z^{n-1} / \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n z^{n-1} \right)$$

is real if choose  $z$  real. Thus, letting  $z \rightarrow 1$  through real values from the inequality (2.4), we obtain

$$\operatorname{Re} \left[ \left( -\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n \right) / \left( 1 - \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n \right) \right] \geq 0,$$

that is,

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q [n-1]_q a_n \leq 0.$$

The last inequality is equivalent to

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q \left( [n-1]_q + 1 \right) a_n \leq \sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n. \quad (2.5)$$

Since  $TC_q \subset TS_q^*$  and

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q a_n \leq 1$$

for  $f \in S_q^*$  from (2.5), we obtain

$$\sum_{n=2}^{\infty} [n]_q \left( [n-1]_q + 1 \right) a_n \leq 1.$$

To see that result obtained in the theorem is sharp, we note that equality is attained in the inequality when the function  $f(z)$  is chosen so that

$$f(z) = f_n(z) = z - \frac{1}{[n]_q \left( [n-1]_q + 1 \right)} z^n, n = 2, 3, \dots, z \in U; \quad (2.6)$$

that is, the result obtained in the theorem is sharp for the functions  $f_n(z)$  defined by (2.6).

Thus, the proof of Theorem 2.2 is completed.

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In the study, we give the necessary, and necessary and sufficient conditions for a function to belong to  $C_q$  and  $TC_q$ ,  $q \in (0,1)$  function classes, respectively. The distortion bound and



growth theorems can be given for the class  $TC_q$ ,  $q \in (0,1)$ . Also, using same technique, the necessary, and necessary and sufficient conditions for a function to belong to  $C_q(\alpha)$  and  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  function classes, respectively can be obtained. Furthermore, distortion bound and growth theorems can be given for the class  $TC_q(\alpha)$ ,  $q \in (0,1)$ ,  $\alpha \in [0,1)$ .

## References

- Ali, A., Viyaj, G. 2006. The  $q$ - derivative and applications to  $q$ - Szasz Mirakyan operator. *Calcolo*, 43(3), 151-170.
- Brannan, D. A. and Taha, T. S. 1986. On some classes of bi-univalent functions. *Studia Univ. Babes-Bolyai Math.* 31, 70-77.
- Duren, P. L. 1983. Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, Vol. 259, Springer, New York.
- Exton, H. 1983.  $q$ - Hypergeometric Functions and Applications. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Gasper, G. and Rahman, M. 1990. Basic hypergeometric series. Cambridge University Press, Cambridge.
- Goodman, A. W. 1983. Univalent Functions. Volume I, Polygonal, Washington.
- Jackson, F. H. 1908. On  $q$ -functions and a certain difference operator. *Trans. Roy. Soc. Edin*, 46, 253-281.
- Jackson, F. H. 1942. On basic double hypergeometric functions. *Quart. J. Math.* 13, 69-82.
- Polatoğlu, Y. 2016. Growth and distortion theorems for generalized  $q$ - starlike functions. *Advances in Mathematics Scientific Journal*, 5(1), 7-12.
- Srivastava, H. M. and Owa, S. 1992. Editors, Current Topics in Analytic Function Theory. World Scientific, Singapore.
- Srivastava, H. M., Mishra, A. K. and Gochhayat, P. 2010. Certain subclass of analytic and bi-univalent functions. *Appl. Mat. Lett.* 23, 1188-1192.
- Taha, T. S. 1981. Topics in Univalent Function. Ph. D Thesis, University of London.
- Uçar Özkan, H. E. 2016. Coefficient inequality for  $q$ - starlike functions. *Applied Mathematics and Computation*, 276, 122-126.

Xu, Q., Gui, Y. C. and Srivastava, H. M. 2012. Coefficient estimates for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. *Appl. Mat. Lett.* 25, 990-994.

Xu, Q., Xiao, H. G. and Srivastava, H. M. 2012. A certain general subclass of analytic and bi-univalent functions and associated coefficient estimate problems. *Appl. Mat. Comput.* 218, 11461-11465.

THE FEKETE-SZEGÖ TYPE POBLEM OF CERTAIN ANALYTIC AND  
UNIVALENT FUNCTION CLASS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR,

Taner TURAÇ

Department of Mathematics, aculty of Science and Letters, Kafkas University

ABSTRACT

In this study, we introduce and investigate the Fekete-Szegö functional  $\overline{H_2}(1, \mu) = \delta_1\delta_3 - \delta_2^2$  of the function  $g(z) = \log(f(z)/z)$  for the analytic and univalent function  $f(z) = z + a_2z^2 + a_3z^3 + \dots$ ,  $z \in U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$ , where  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  and  $\delta_3$  are first three coefficients from the series expansion of the function  $g(z)$ . Here, we obtain the sharp estimate for the functional  $|\delta_1\delta_3 - \delta_2^2|$ , when  $f \in S^*$ .

**Keywords:** Analytic function, Fekete-Szegö type functional, Starlike function.

1. INTRODUCTION

Let  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  and  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U$ . Also, let's  $A$  the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which satisfies the normalization conditions  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$ ; that is,

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, \quad a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.1)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of all functions which are also univalent in  $U$ . It is well known that a function  $f \in S$  is called starlike in  $U$  if  $f(U)$  is starlike domain in the complex plane and denoted by  $S^*$ . Starlike function class  $S^*$  given as follows (Duren, 1983, Goodman, 1983)

$$S^* = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left( z f'(z) / f(z) \right) > 0, z \in U \right\}.$$

Among the important tools in the theory of analytic functions are Hankel determinant, which defined by coefficients of the function  $f \in S$  as  $H_q(n) = \begin{vmatrix} a_j \\ j=n, n+q-1 \\ j=n, n+q-1 \end{vmatrix}$ ,  $a_1=1$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ ,  $q=1, 2, 3, \dots$  (Noonan, Thomas, 1976). Generally, these determinants was investigated by researchers with  $q=2$ . The functional  $H_2(1) = a_3 - a_2^2$  is known as the Fekete-Szegö functional and one usually considers the further generalized functional

$H_2(1, \mu) = a_3 - \mu a_2^2$ , where  $\mu$  is a number (Fekete, Szegö, 1933). Finding upper bound for  $|a_3 - \mu a_2^2|$  is known as the Fekete-Szegö problem in the theory of analytic functions.

In 1969 Koehn and Merkes (Koehn, Merkes, 1969) solved the Fekete-Szegö problem for the classes of starlike and convex functions for some real  $\mu$ . The Fekete-Szegö problem has been investigated by many mathematicians for several subclasses of analytic functions (Caglar, Aslan, 2016, Mustafa, 2017, Mustafa, Akbulut, 2018, Mustafa, Akbulut, 2019, Noonan, Thomas, 1976, Orhan, Deniz, Raducanu, 2010).

It is well known that logarithmic coefficients  $\delta_n, n = 1, 2, 3, \dots$  of a function  $f \in S$  are defined from the following equality and can be found with differentiating this equality

$$g(z) = \log(f(z)/z) = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \delta_n z^n, \quad (1.2)$$

and play a central role in the theory of univalent functions (Thomas, 2018).

By Thomas given (Thomas, 2018) sharp estimates for the modulus of the initial three coefficients of the function  $g(z)$ , when the function  $f$  belongs to certain subclass of the analytic and univalent functions.

Let  $f \in S$ . We define the determinants  $\overline{H}_q(n) = \left| \delta_j \right|_{\substack{j=n, n+q-1 \\ j=n, n+q-1}}, n = 1, 2, 3, \dots, q = 1, 2, 3, \dots$ , where  $\delta_j, j = 1, 2, 3, 4, \dots$  are the coefficients of the function  $g$ . The determinants  $\overline{H}_q(n)$  we next recall the logarithmic Hankel determinants of the function  $f$  or Hankel determinants of the function  $g$ . Also, we define the functional  $\overline{H}_2(1) = \delta_1 \delta_3 - \delta_2^2$ , more general  $\overline{H}_2(1) = \delta_1 \delta_3 - \mu \delta_2^2$  for some number  $\mu$ , which we will recall the Fekete-Szegö type functional of the function  $f$  or the Fekete-Szegö functional of the function  $g$ . Finding upper bound for the functional  $|\delta_1 \delta_3 - \mu \delta_2^2|$ , we will recall Fekete-Szegö type problem for the function  $f$ , when  $f \in S$ .

In this study, we find the sharp estimate for the Fekete-Szegö type functional  $|\delta_1 \delta_3 - \delta_2^2|$ , when  $f \in S^*$ .

In order to prove our main results, we need the following lemma (Libera, Zlotkiewics, 1982) concerning functions in the class  $P$ , i. e. analytic functions  $p$  such that  $p(0) = 1$  and  $\operatorname{Re}(p(z)) > 0$  for all  $z \in U$ . That is,  $p \in P$  have the power series expansion as follows

$$p(z) = 1 + p_1 z + p_2 z^2 + p_3 z^3 + \dots, z \in U.$$

**Lemma 1.1.** *Let  $p \in P$ , then  $|p_n| \leq 2$  for every  $n = 1, 2, 3, \dots$ . These inequalities are sharp for each  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Moreover,*

$$2p_2 = p_1^2 + (4 - p_1^2)x,$$

$$4p_3 = p_1^3 + 2(4 - p_1^2)p_1x - (4 - p_1^2)p_1x^2 + 2(4 - p_1^2)(1 - |x|^2)z$$

for some complex  $x, z$  with  $|x| \leq 1, |z| \leq 1$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S^*$ . Then,

$$|\delta_1\delta_3 - \delta_2^2| \leq \frac{1}{4}.$$

The result obtained here is sharp.

**Proof.** Let  $f \in S^*$ . Then,

$$zf'(z)/f(z) = p(z). \tag{2.1}$$

From the equality (2.1), we have

$$1 + a_2z + (2a_3 - a_2^2)z^2 + (3a_4 - 3a_2a_3 + a_2^3)z^3 + \dots = 1 + p_1z + p_2z^2 + p_3z^3 + \dots.$$

Comparing coefficients of  $z, z^2$  and  $z^3$ , we get

$$a_2 = p_1, 2a_3 - a_2^2 = p_2, 3a_4 - 3a_2a_3 + a_2^3 = p_3. \tag{2.2}$$

Differentiating both sides of (1.2) and upon simplification, comparing the coefficients of  $z^n$  for  $\delta_n, n = 1, 2, 3$ , we have

$$\delta_1 = \frac{a_2}{2}, \delta_2 = \frac{1}{4}(2a_3 - a_2^2), \delta_3 = \frac{1}{6}(3a_4 - 3a_2a_3 + a_2^3). \tag{2.3}$$

Substituting the values  $\delta_1, \delta_2$  and  $\delta_3$  from (2.3) in  $\delta_1\delta_3 - \delta_2^2$ , we can write

$$\delta_1\delta_3 - \delta_2^2 = \frac{a_2}{12}(3a_4 - 3a_2a_3 + a_2^3) - \frac{1}{16}(2a_3 - a_2^2)^2.$$

Also, using (2.2) for the expression  $\delta_1\delta_3 - \delta_2^2$ , we obtain

$$\delta_1\delta_3 - \delta_2^2 = \frac{1}{48}(4p_1p_3 - 3p_2^2). \tag{2.4}$$

We now use Lemma 1.1 to express the coefficients  $p_2$  and  $p_3$  in term of  $p_1$  to obtain, after simplification, normalizing the coefficient  $p_1$  so that  $p_1 = t \in [0, 2]$ , setting  $|x| = \xi \in [0, 1]$ , and finally using the triangle inequality,

$$\begin{aligned}
 |\delta_1\delta_3 - \delta_2^2| &\leq \frac{1}{48} \left\{ \frac{t^4}{4} + \frac{(4-t^2)t^2\xi}{2} + \frac{(4-t^2)(12+t^2)}{4} \xi^2 + 2(4-t^2)(1-\xi^2)t \right\} \\
 &:= \frac{1}{48} \phi(t, \xi) \text{ (say)}.
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

Now, we need to maximize the function  $\phi(t, \xi)$  on the square  $\Omega = \{(t, \xi) : t \in [0, 1], \xi \in [0, 1]\}$ . It is easily verified that differentiating the function  $\phi(t, \xi)$  with respect to  $t$  and then  $\xi$  and equating to zero shows that the only admissible extremal points are  $(0, 0)$  or  $(2, -1)$ . Since  $\phi(0, 0) = 0$  and  $(2, -1) \notin \Omega$ , both of these points are not the maximum points of the function  $\phi(t, \xi)$ .

Therefore, we must investigate the maximum of the function  $\phi(t, \xi)$  on the boundary of the closed square  $\Omega$ .

We now discuss the following four cases.

1. For  $t = 0, \xi \in [0, 1]$  we have

$$\phi(0, \xi) = 12\xi^2 \leq 12. \tag{2.6}$$

2. For  $t = 2, \xi \in [0, 1]$ , we obtain

$$\phi(2, \xi) = 4. \tag{2.7}$$

3. Now, let  $\xi = 0$  and  $t \in [0, 2]$ . Then,

$$\phi(t, 0) = \frac{t}{4}(t^3 - 8t^2 + 32).$$

By simple computation

$$\phi'(t, 0) = t^3 - 6t^2 + 8, \quad t \in [0, 2].$$

From this, we can easily verified that  $t_0 = 1.3054$ , where  $t_0$  is a numerical solution of the equation  $t^3 - 6t^2 + 8 = 0$ , is a critical point of the function  $\phi(t, 0)$ . Since  $\phi'(t, 0) > 0$ , when  $t \in [0, t_0)$  and  $\phi'(t, 0) < 0$ , when  $t \in (t_0, 2]$ , from the first derivative test, the point  $t_0$  is a maximum point of the function  $\phi(t, 0)$ . So that,

$$\max \{ \phi(t, 0) : t \in (0, 2) \} = \phi(t_0, 0). \tag{2.8}$$

4. Finally, for  $\xi = 1$  and  $t \in [0, 2]$ , we write

$$\phi(t, 1) = -\frac{t^4}{2} + 12.$$

It is clear that  $t=0$  is a critical point for the function  $\phi(t,1)$ . Since  $\phi^{(n)}(0,1)=0$  for  $n=1,2,3$  and  $\phi''(0,1) \neq 0$ ,  $\phi''(0,1)=-12 < 0$ , then from the second derivative test  $t=0$  is a maximum point for the function  $\phi(t,1)$ . Therefore,

$$\max \{ \phi(t,1) : t \in [0,2] \} = \phi(0,1) = 12. \quad (2.9)$$

Since  $\phi(t_0,0) < 12$ , from (2.5)-(2.9), we write  $\max \{ \phi(t,\xi) : (t,\xi) \in \Omega \} = 12$ .

With this from (2.4), the desired inequality is provided.

From (2.4), we can see that the inequality is sharp when  $p_1 = p_2 = p_3 - 2 = 0$ .

Thus, the proof of Theorem 2.1 is completed.

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this study, we find the sharp estimate for the functional  $|\delta_1\delta_3 - \delta_2^2|$ , when  $f \in S^*$ . Using same technique, we can find estimate for the functional  $|\delta_1\delta_3 - \delta_2^2|$  for the function  $f \in C$ . Also, we can find the sharp estimates for the modulus of the coefficients  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  and  $\delta_3$ , when  $f \in S^*$ . Furthermore, Fekete-Szegö and coefficient problem for the function  $g$ , when  $f \in S^*(\alpha)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  can be investigated.

#### References

- Caglar, M. & Aslan, S. 2016. Fekete-Szegö inequalities for subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate condition. AIP Conference Proceedings 2016; 1726, 020078, doi:http://dx.doi.org/10.1063/1.4945904.
- Duren, P. L. 1983. Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften 259, Springer-Verlag, New York.
- Fekete, M., Szegö G. 1933. Eine Bemerkung über ungerade schlichte Funktionen. J. London Math. Soc. 8, 85-89 (in German).
- Goodman, A. W. 1983. Univalent Functions. Volume I, Polygonal, Washington.
- Koehn, F. R., Merkes E. P. 1969. A coefficient inequality for certain classes of analytic functions. P Amer. Math. Soc. 20, 8-12.
- Libera, R. J. and Zlotkiewics E. J. 1982. Early coefficients of the inverse of a regular convex function. Proc. Amer. Math. Soc. 85(2) 225-230.

- Mustafa, N. 2017. Fekete-Szegö problem for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. *Journal of Scientific and Engineering*, 4(8), 390-400.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2018. Application of the second Chebyshev polynomials to coefficient estimates of analytic functions. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(6), 143-148.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2019. Application of the second kind Chebyshev polynomial to the Fekete-Szegö problem of certain class analytic functions. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 6(2), 154-163.
- Noonan, J. W., Thomas D. K. 1976. On the second Hankel determinant of areally mean  $p$ -valent functions. *T. Amer. Math. Soc.* 223, 337-346.
- Orhan, H., Deniz, E. & Raducanu, D. 2010. The Fekete-Szegö problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains. *Comput. Math. Appl.* 59, 283-295.
- Thomas Derek, K. 2018. On the coefficients of Gamma-Starlike functions. *J. Korean Math. Soc.* 55(1), 175-184.



**EFFECTS OF THERMAL ANNEALING ON DIODE PARAMETERS FROM C-V  
MEASUREMENTS OF THE Cd/CdS/n-GaAs/In AND Cd/CdSe/n-GaAs/In  
STRUCTURES**

**Lect. Fatma YILDIRIM, Zeynep ORHAN,  
Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR, Prof. Dr. Mustafa SAĞLAM**  
Department of Physics, Faculty of Sciences, Ataturk University, Erzurum-TURKEY

**ABSTRACT**

In this study, *n*-GaAs wafer with [100] orientation 450 μm thickness and  $2,5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  with a doping density was used. Ohmic contact was performed by evaporating In metal on the mat surface of crystal. On the other surface of it CdS and CdSe thin films were deposited with the technique of Successive Ionic Layer Adsorption and Reaction (SILAR). Finally, CdS and CdSe films were evaporated at  $10^{-5}$  torr pressure and Cd/CdS/*n*-GaAs/In and Cd/CdSe/*n*-GaAs/In sandwich structures were obtained. The capacitance-voltage (C-V) measurements of these two structures at room temperature were measured at 50 kHz, 100 kHz, 200 kHz, 300 kHz, 500 kHz and 1 MHz frequencies. Then, Cd/CdS/*n*-GaAs/In and Cd/CdSe/*n*-GaAs/In sandwich structures were annealed at 50, 100, 200, 300 and 400 ° C for 3 minutes in order to see the effect of thermal annealing. After each annealing, C-V measurements were repeated at the same frequencies at room temperature. With these measurements, diffusion potentials, Fermi energy level values and barrier heights were calculated from the reverse feed  $C^{-2}$ -V graphics. It has been seen that the C-V characteristics of the Cd/CdS/*n*-GaAs/In and Cd/CdSe/*n*-GaAs/In sandwich structures have lightly improved with the change of the annealing temperature.

**Keywords:** SILAR method, Sandwich structure, CdS, CdSe, Thermal annealing

**1. INTRODUCTION**

The studies on semiconductors have been going on for many years. As a result of the researches, it also leads the developing technology. The importance of mis sandwich structures in semiconductor devices is great. The electrical properties of Metal-Insulator-Semiconductor (MIS) sandwich structures were examined in detail to give an advantage to technological devices. Such sandwich structures having a very thin intermediate layer exhibit similar behavior to the electrical properties of the schottky contacts.[1-6] The barrier heights of such devices depend on the nature of the interfacial layer, its thickness, and the specific metal used [7].

Most of the optoelectronic devices such as light-emitting diodes and laser diodes have been elaborated upon and operate on the basis of compounds based on the GaAs group. [8-11]. In particular, an important reason for a limited usage of the optoelectronic components based on the GaAs group is the structural perfection and the functional properties of thin films formed on  $A_3B_5$  substrates for obtaining antireflection and passivation coatings [12-14].

CdS and CdSe thin films can be deposited by using different deposition methods [15], such as vacuum deposition [16], spray pyrolysis [17], sputtering [18], sol-gel [19], and Successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method.

Cadmium sulfide (CdS) is a well-studied semiconductor material with a great importance in optoelectronic, photovoltaic and piezo-electronic device development over the past three decades [20-22]. Cadmium selenide (CdSe), a well-known direct band gap semiconductor of II-VI group, has gained much attention during the last decade owing to its unique optical [23] and electrical properties [24].

This last one is the trend which involves the growth of thin films from solution, ionic layer by layer at room temperature and at normal pressure. [25] In this method, thin films are fabricated by alternate dipping into two solutions of each precursor ion for compound semiconductors. Therefore, the control of the film thickness becomes feasible by changing the number of the dipping cycles. Furthermore, atomically controlled multilayer thin films or super lattices can possibly be fabricated by changing precursor solutions. Since the SILAR method depends on only immersing the substrate into the solutions, the deposition of films with a large area can be achieved at low cost. The adsorption, reaction and rinsing times were chosen experimentally so that deposition occurred layer wise and resulted in homogeneous thin film structure [26]. We investigated electrical and thermal stability of the Cd/CdS/n-GaAs/In and Cd/CdSe/n-GaAs/In sandwich structures by means of the C-V measurements in dark at room temperature.

## 2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

In this study, n-type GaAs [100] wafer of relatively carrier density  $2.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  was used to fabricate Cd/CdS/n-GaAs/In and Cd/CdSe/n-GaAs/In sandwich structures. The substrates were sequentially cleaned with trichloroethylene, acetone, methanol and then rinsed in deionised water. The native oxide on the surfaces were etched in sequence with acid solutions ( $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=3:1:1$ ) for 60s, and  $\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}=1:1$  for another 60s. After a rinse in deionised water and a blow-dry with nitrogen, a low resistance ohmic contact on the back side of the sample was formed by evaporating indium metal at a pressure of about  $10^{-5}$  Torr, followed by annealing at  $425^\circ\text{C}$  for 3 min in  $\text{N}_2$  atmosphere. After ohmic contact was made, the ohmic contact side and the edges of the n-GaAs semiconductor substrate was covered by wax so that the polished and cleaned front side of the semiconductor sample was exposed to

the cationic precursor solution employed for the SILAR method. For the deposition of CdS thin film, a well-cleaned n-type GaAs substrate was immersed in the cationic precursor solution ( $\text{CdCl}_2$ ) for 25 s, causing cadmium ions to be adsorbed on the surface of the n-type GaAs substrate. Then, the substrate was immersed in doubly distilled water for 50 s to prevent irregular precipitation. The substrate was finally immersed in the anionic precursor solution ( $\text{Na}_2\text{S}$ ) for 25 s. Sulfide ions reacted with the adsorbed cadmium ions on the n-type GaAs substrate. The substrate was then immersed in double-distilled water for 50 s. Thus, one cycle of CdS film deposition is completed. This cycles have been repeated as 30 cycles. The processing stage of the SILAR method is shown in Figure 1. For the CdSe thin film, the  $\text{Na}_2\text{SeSO}_3$  solution was prepared by mixing 10 g selenium powder (99% purity) with 100 gr anhydrous sodium sulfite in 500 ml of distilled water with constant stirring for 8-10 h at 80 °C. It was sealed and kept overnight, since on cooling, a little selenium separated out from the solution. It was then filtered to obtain a clear solution. For the deposition of CdSe thin film, a well-cleaned n-type GaAs substrate was immersed in the cationic precursor solution ( $\text{CdCl}_2$ ) for 25 s, causing cadmium ions to be adsorbed on the surface of the n-type GaAs substrate. Then, the substrate was immersed in doubly distilled water for 50 s to prevent irregular precipitation. The substrate was finally immersed in the anionic precursor solution ( $\text{Na}_2\text{SeSO}_3$ ) for 25 s. Selenium ions reacted with the adsorbed cadmium ions on the n-type GaAs substrate. The substrate was then immersed in double-distilled water for 50 s. Thus, one cycle of CdSe film deposition is completed. For homogeneous thin film layer, this cycles have been repeated as 30 cycles.

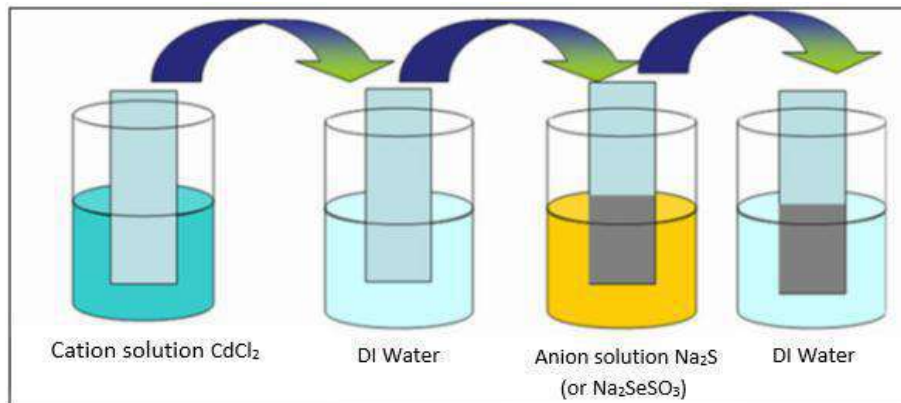


Fig. 1. The processing stage of the SILAR method

Cd dots with diameter of about 1.0mm (the contact area= $7.85 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ ) were evaporated on the CdS and CdSe thin films in vacuum coating unit at about  $10^{-5}$  Torr. In this way, the Cd/CdS/n-GaAs/In and Cd/CdSe/n-GaAs/In sandwich structures were obtained. Firstly, the C-V measurements of these two structures at room temperature were measured at 50 kHz, 100 kHz, 200 kHz, 300 kHz, 500 kHz and 1 MHz frequencies. Then, in order to observe the effect

of the thermal annealing, the Cd/CdS/n-GaAs/In and Cd/CdSe/n-GaAs/In sandwich structures have been annealed at temperatures 50, 100, 200 and 300 °C for 3min in N<sub>2</sub> atmosphere respectively.

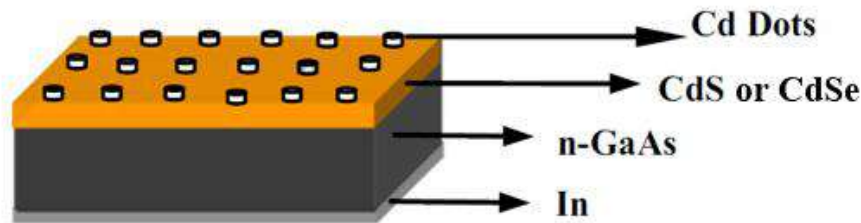


Fig. 2. Structure diagram of the fabricated device

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Further electrical information is possible to extract by investigating the C-V characteristics of the diode. C-V method is a common method for evaluating the Schottky barrier height of a Schottky diode. Diode capacitance can be measured as a function of applied reverse bias to make use of the C-V characteristics of Schottky barrier. When a small ac voltage is accompanied with a dc bias, charges of one sign are induced on the metal surface and charges of the opposite sign on the semiconductor. When a small ac voltage of a few milli-volts is applied to a reverse biased diode the depletion region capacitance C is given by a relation [27]

$$C = \left[ \frac{\epsilon_s \epsilon_0 q N_d}{2(V_d + V)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

where A is the area of the diode,  $\epsilon_s$  is the dielectric constant of the semiconductor,  $\epsilon_0$  is the permittivities of the free space,  $V_d$  is the diffusion potential at zero bias and determined from the extra-polation of the linear  $C^{-2}$ -V plot to the V axis, and  $N_d$  is the donor concentration of n-type semiconductor substrate. The plots of  $C^{-2}$  as a function of reverse bias voltage are linear that indicates the formation of Schottky diodes. With the help of Eq. (1), the values of  $V_d$  and  $N_d$  can be determined from the intercept and slope of the  $C^{-2}$ -V plot [27-29]

Fig. 3. and Fig. 4. shows the forward and reverse bias C-V and  $C^{-2}$ -V characteristics of the Cd/CdS/n-GaAs/In and Cd/CdSe/n-GaAs/In structures at various frequencies. The capacitance decreases with the applied bias, which reveals that a depletion region exists at the CdS/n-GaAs and CdSe/n-GaAs junctions, and the depletion region width increases with the reverse bias. The interface states will respond to the a.c signal at low frequencies but cannot follow the a.c signal at high frequencies. So capacitance measurement of high and low frequencies can determine the interface states density.

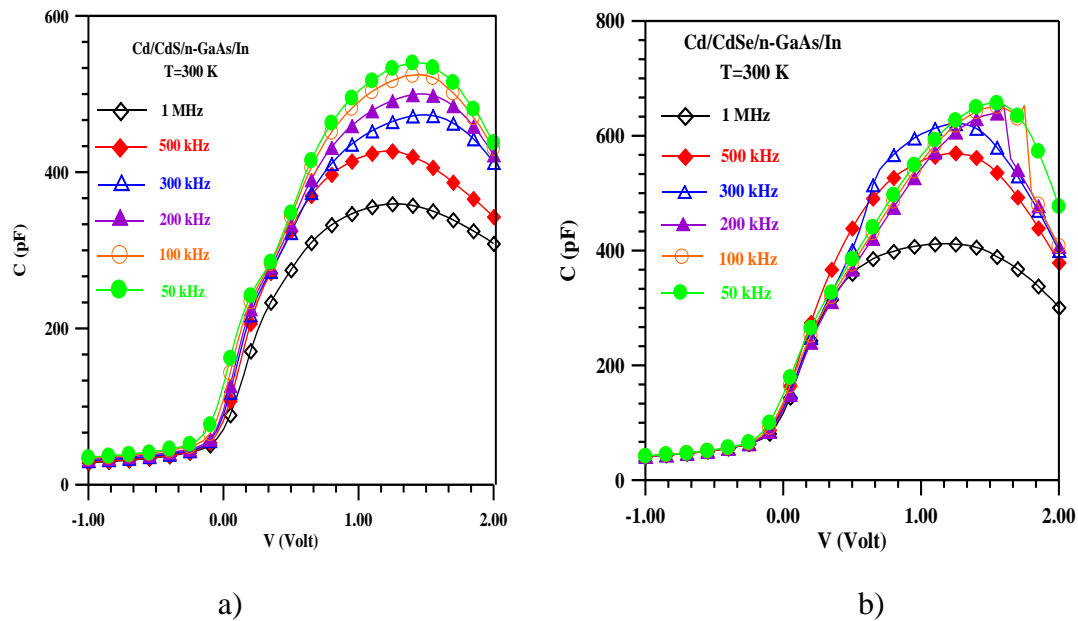


Fig. 3. The forward and reverse bias C-V characteristics of the a) Cd/CdS/n-GaAs/In and b) Cd/CdSe/n-GaAs/In structures at various frequencies.

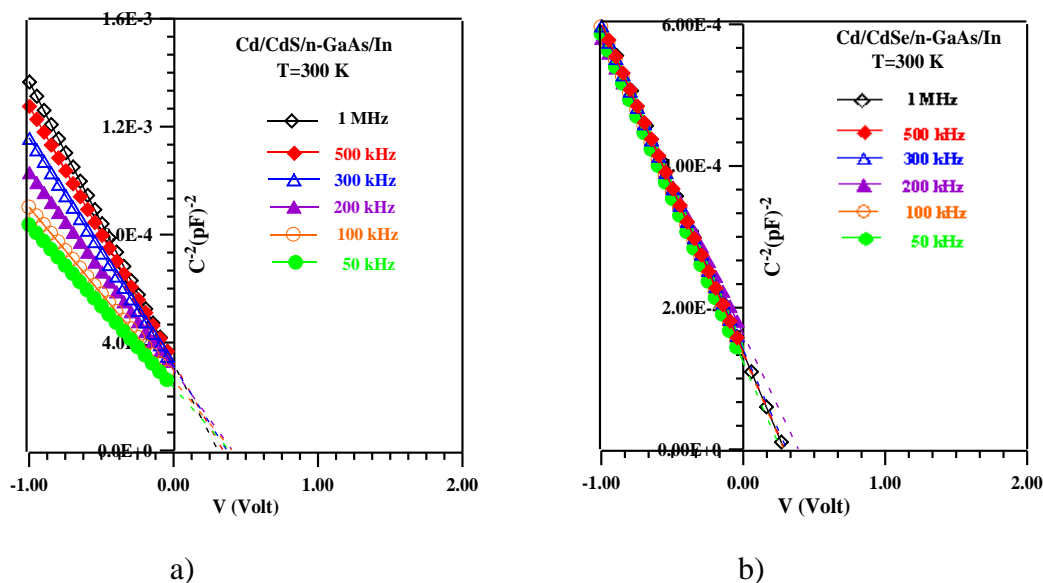


Fig. 4. The reverse-bias  $C^2$ -V characteristics of the a) Cd/CdS/n-GaAs/In and b) Cd/CdSe/n-GaAs/In structures at various frequencies.

Cd/CdS/n-GaAs/In and Cd/CdSe/n-GaAs/In sandwich structures were annealed at 50, 100, 200, 300 and 400 °C for 3 minutes in order to see the effect of thermal annealing. As can be seen in Fig. 5 and Fig. 6 the capacitance values are decreasing with increase in annealing temperature. This may be due to a change of carrier concentration profile [30].

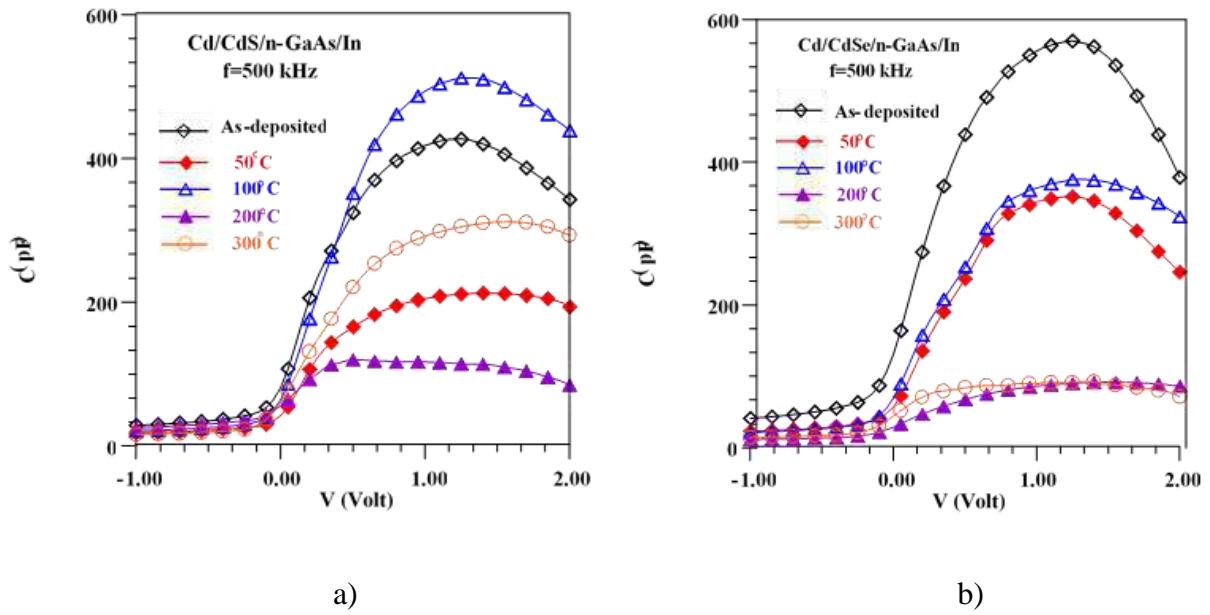


Fig. 5. The C-V characteristics of the a) Cd/CdS/n-GaAs/In and b) Cd/CdSe/n-GaAs/In structures as a function of annealing temperature at 500 kHz.

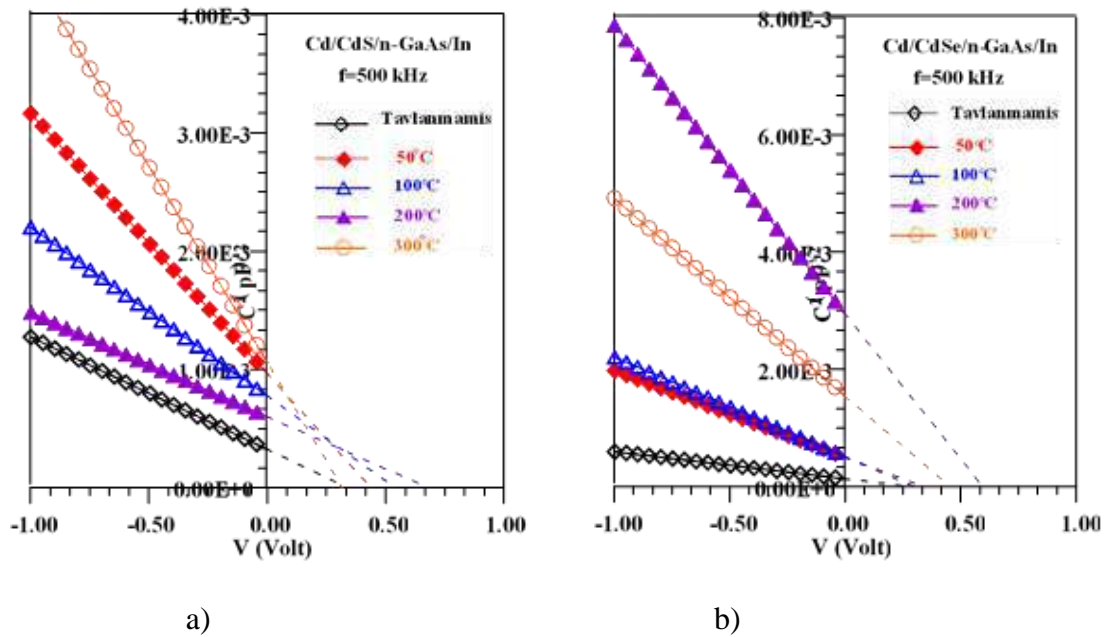


Fig. 6. The reverse-bias  $C^2$ -V characteristics of the a) Cd/CdS/n-GaAs/In and b) Cd/CdSe/n-GaAs/In structures as a function of annealing temperature at 500 kHz.

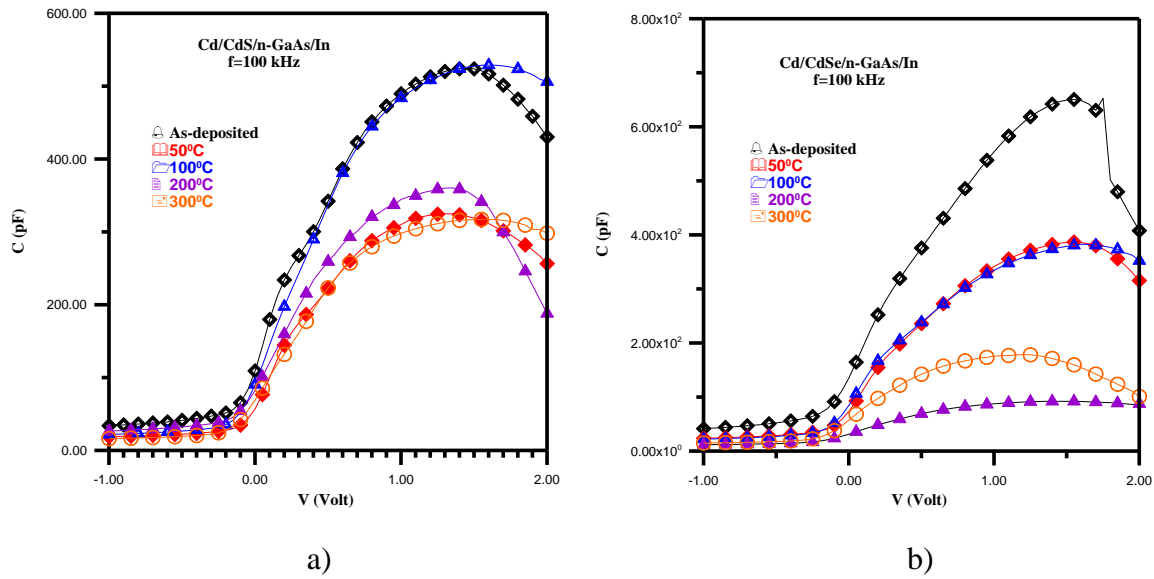


Fig. 7. The C-V characteristics of the a) Cd/CdS/n–GaAs/In and b) Cd/CdSe/n–GaAs/In structures as a function of annealing temperature at 100 kHz.

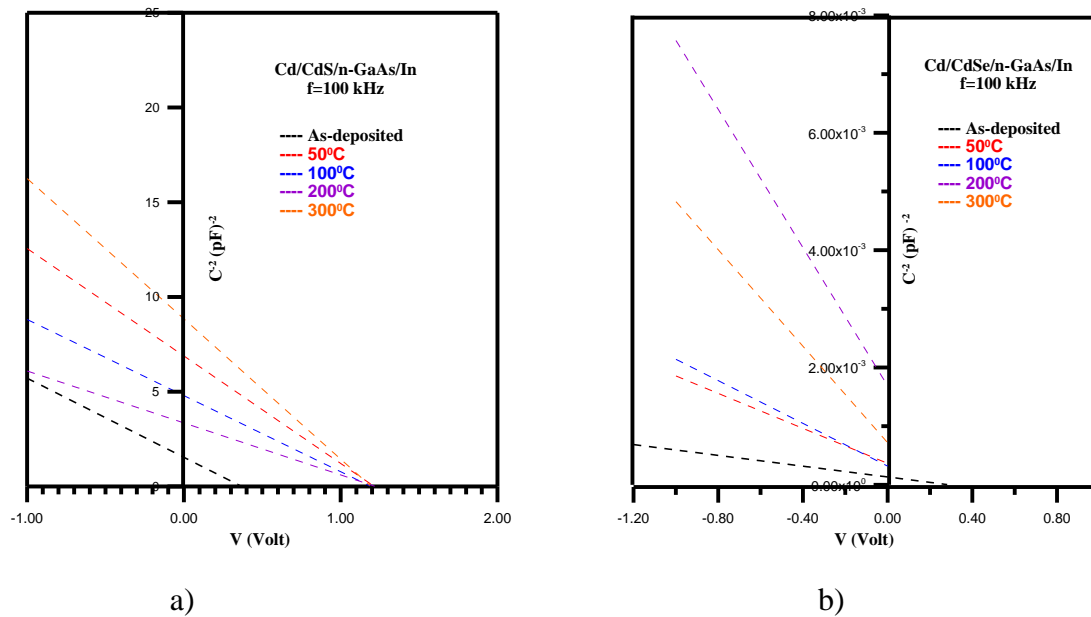


Fig. 8. The reverse-bias  $C^{-2}$ -V characteristics of the a) Cd/CdS/n–GaAs/In and b) Cd/CdSe/n–GaAs/In structures as a function of annealing temperature at 100 kHz.

The value of the barrier height can be calculated by the help of the relation

$$\Phi_b = E_f + V_d \quad (2)$$

using C-V measurements. Here,  $E_f$  is the Fermi energy level and can be calculated by knowing  $N_d$  and  $N_c$ , density of states in the conduction band

$$N_d = N_c \exp\left(\frac{E_f - E_c}{kT}\right) \quad (3)$$

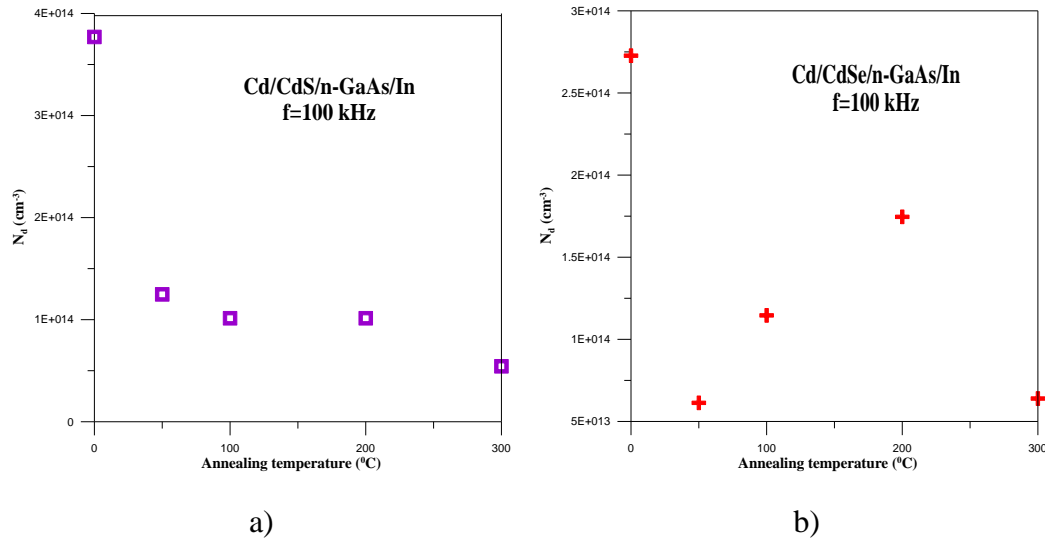


Fig. 9. Experimental  $N_d$  versus annealing temperatures plots for a) Cd/CdS/n-GaAs/In and b) Cd/CdSe/n-GaAs/In sandwich structures at 100 kHz.

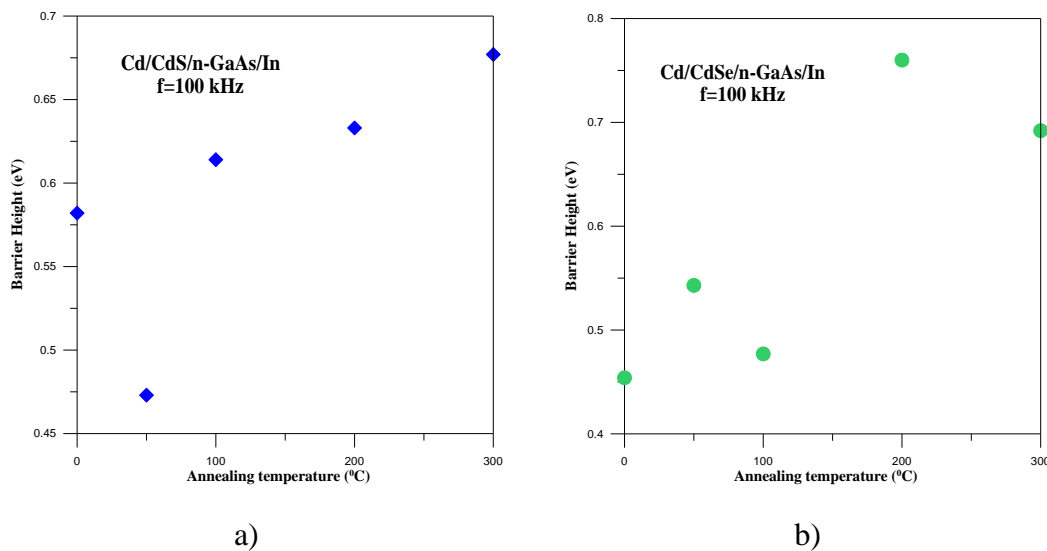


Fig. 10. Experimental barrier height versus annealing temperatures plots for a) Cd/CdS/n-GaAs/In and b) Cd/CdSe/n-GaAs/In sandwich structures at 100 kHz.

It can be seen from Table 1 and 2 that the values of the  $C^{-2}$ -V characteristics of the Cd/CdS/n-GaAs/In and Cd/CdSe/n-GaAs/In sandwich structures with the annealing temperature.



Table 1. The experimental values of parameters obtained from  $C^{-2}$ -V of Cd/CdS/n-GaAs/In structure as-deposited and with annealing temperatures.

	Frequency	$V_d$ (eV)	$N_d$ (cm <sup>-3</sup> )	$E_f$ (eV)	$\phi_b$ (eV)
As-deposited	1000 kHz	0,307	1,672E+14	0,189	0,496
	500 kHz	0,342	1,838E+14	0,187	0,529
	300 kHz	0,370	2,067E+14	0,184	0,553
	200 kHz	0,408	2,387E+14	0,180	0,588
	100 kHz	0,406	2,727E+14	0,176	0,582
	50 kHz	0,388	2,902E+14	0,175	0,563
Annealing temperature 50 °C	1000 kHz	0,481	8,197E+13	0,208	0,689
	500 kHz	0,438	7,930E+13	0,208	0,646
	300 kHz	0,435	8,093E+13	0,208	0,643
	200 kHz	0,405	7,843E+13	0,209	0,613
	100 kHz	0,257	6,135E+13	0,215	0,473
	50 kHz	0,416	8,221E+13	0,208	0,623
Annealing temperature 100 °C	1000 kHz	0,537	1,202E+14	0,198	0,735
	500 kHz	0,542	1,222E+14	0,197	0,739
	300 kHz	0,479	1,177E+14	0,198	0,677
	200 kHz	0,486	1,204E+14	0,198	0,684
	100 kHz	0,415	1,146E+14	0,199	0,614
	50 kHz	0,579	1,364E+14	0,194	0,774
Annealing temperature 200 °C	1000 kHz	0,794	1,867E+14	0,186	0,980
	500 kHz	0,682	1,981E+14	0,185	0,867
	300 kHz	0,493	1,771E+14	0,188	0,680
	200 kHz	0,502	1,821E+14	0,187	0,688
	100 kHz	0,445	1,746E+14	0,188	0,633
	50 kHz	0,450	1,778E+14	0,188	0,638
Annealing temperature 300 °C	1000 kHz	0,556	6,877E+13	0,212	0,768
	500 kHz	0,318	5,264E+13	0,219	0,537
	300 kHz	0,458	6,299E+13	0,214	0,673
	200 kHz	0,516	6,705E+13	0,213	0,729
	100 kHz	0,463	6,394E+13	0,214	0,677
	50 kHz	0,388	5,904E+13	0,216	0,604

Table 2. The experimental values of parameters obtained from  $C^{-2}$ -V of Cd/CdSe/n-GaAs/In structure as-deposited and with annealing temperatures.

	Frequency	$V_d$ (eV)	$N_d$ (cm <sup>-3</sup> )	$E_f$ (eV)	$\phi_b$ (eV)
As-deposited	1000 kHz	0,289	3,718E+14	0,168	0,458
	500 kHz	0,295	3,760E+14	0,168	0,463
	300 kHz	0,307	3,817E+14	0,168	0,475
	200 kHz	0,389	4,176E+14	0,165	0,554
	100 kHz	0,286	3,770E+14	0,168	0,454
	50 kHz	0,264	3,770E+14	0,168	0,433
Annealing temperature 50 °C	1000 kHz	0,332	1,176E+14	0,198	0,530
	500 kHz	0,340	1,181E+14	0,198	0,538
	300 kHz	0,396	1,296E+14	0,196	0,591
	200 kHz	0,376	1,275E+14	0,196	0,572
	100 kHz	0,346	1,248E+14	0,197	0,543
	50 kHz	0,310	1,221E+14	0,197	0,507
Annealing temperature 100 °C	1000 kHz	0,333	1,082E+14	0,200	0,534
	500 kHz	0,302	1,028E+14	0,202	0,503
	300 kHz	0,331	1,075E+14	0,201	0,531
	200 kHz	0,269	9,860E+13	0,203	0,471

	100 kHz	0,275	1,014E+14	0,202	0,477
	50 kHz	0,300	1,057E+14	0,201	0,501
Annealing temperature 200 °C	1000 kHz	0,641	3,591E+13	0,229	0,870
	500 kHz	0,596	3,543E+13	0,229	0,825
	300 kHz	0,549	3,385E+13	0,230	0,779
	200 kHz	0,588	3,621E+13	0,229	0,817
	100 kHz	0,531	3,534E+13	0,229	0,760
	50 kHz	0,252	2,627E+13	0,237	0,489
Annealing temperature 300 °C	1000 kHz	0,499	5,272E+13	0,219	0,718
	500 kHz	0,455	5,174E+13	0,219	0,674
	300 kHz	0,381	4,820E+13	0,221	0,602
	200 kHz	0,468	5,348E+13	0,219	0,687
	100 kHz	0,473	5,436E+13	0,218	0,692
	50 kHz	0,404	5,228E+13	0,219	0,623

#### 4. CONCLUSION

CdS and CdSe thin films have been growth on n-GaAs substrates by using SILAR method. Electrical properties of CdS and CdSe thin films are investigated. The C-V characteristics of Cd/CdS/n-GaAs/In and Cd/CdSe/n-GaAs/In structures were measured at room temperature and six different frequencies. After the structures were annealed at five different temperatures, the C-V measurements were repeated at room temperature. The C-V and  $C^{-2}$ -V graphics of each sample were plotted as the function of the annealing temperature.

The annealing process tends to bring the system to thermal equilibrium and is known to lead to a more stable structure. And we can say that SILAR method is a suitable method to get an interface layer for controlling the devices parameter [31,32].

#### REFERENCES

- [1] F. Roccaforte, F. Giannazzo, F. Iucolano, J. Eriksson, M. H. Weng, V. Raineri, Surface and interface issues in wide band gap semiconductor electronics, Appl Surf Sci (2010) 256:5727.
- [2] S. P. Nehra, M. Singh, Effect of hydrogen on interface of metal-semiconductor Schottky diode, Mater Sci Semicon Proc (2010) 13:119.
- [3] A. A. M. Farag, F. S. Terra, G. M. Mahmoud, A. M. Mansour, Study of Gaussian distribution of inhomogeneous barrier height for n-InSb/p-GaAs heterojunction prepared by flash evaporation, Appl Surf Sci (2009) 481:427.
- [4] D. E. Yıldız, S. Altındal, Z. Tekeli, M. Özer, The effects of surface states and series resistance on the performance of Au/SnO<sub>2</sub>/n-Si and Al/SnO<sub>2</sub>/p-Si (MIS) Schottky barrier diodes, Mater Sci Semicon Proc (2010) 13:34.

- [5] Z. J. Horvath, A. Bosacchi, S. Franchi, E. Gombia, R. Mosca, A. Motta, Anomalous Thermionic-Field Emission In Epitaxial Al/n-AlGaAs Junctions *mater Sci Eng B* (1994) 28:429.
- [6] L. Lajaunie, M. L. David, F. Pailloux, C. Tromas, E. Simoen, C. Claeys, Influence of the pre-treatment anneal on Co-germanide Schottky contacts, *Mater Sci Semicon Proc* (2008) 11:300.
- [7] W. Mönch, *Semiconductor Surfaces and Interfaces*, third ed., Springer-Verlag Press, 2001.
- [8] S. Lin, X. Li, P. Wang, Z. Xu, S. Zhang, H. Zhong, Z. Wu, W. Xu, H. Chen, Interface designed MoS<sub>2</sub>/GaAs heterostructure solar cell with sandwich stacked hexagonal boron nitride *Sci. Rep.* 5 (2015), 10.1038/srep15103
- [9] X. Lu, N. Kumagai, Y. Minami, T. Kitada, Sublattice reversal in GaAs/Ge/GaAs heterostructures grown on (113)B GaAs substrates *Appl. Phys. Express*, 11 (2017), Article 015501, 10.7567/APEX.11.015501
- [10] P. V. Seredin, A. V. Glotov, E. P. Domashevskaya, I. N. Arsentyev, D. A. Vinokurov, I. S. Tarasov, Raman investigation of low temperature AlGaAs/GaAs(100) heterostructures *Phys. B Condens. Matter*, 405 (2010), pp. 2694-2696, 10.1016/j.physb.2010.03.049
- [11] E. P. Domashevskaya, P. V. Seredin, A. N. Lukin, L. A. Bityutskaya, M. V. Grechkina, I. N. Arsentyev, D. A. Vinokurov, I. S. Tarasov, XRD, AFM and IR investigations of ordered AlGaAs<sub>2</sub> phase in epitaxial Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As/GaAs (100) heterostructures *Surf. Interface Anal.* 38 (2006), pp. 828-832, 10.1002/sia.2306
- [12] S. Fujieda, M. Mizuta, Y. Matsumoto, Improvement of the electrical properties of the AlN/GaAs MIS system and their thermal stability by GaAs surface stoichiometry control *Jpn. J. Appl. Phys.* 27 (1988), pp. L296-L299, 10.1143/JJAP.27.L296
- [13] P. V. Seredin, D. A. Goloschapov, A. S. Lenshin, V. E. Ternovaya, I. N. Arsentyev, A. D. Bondarev, I. S. Tarasov, Structural and optical studies of thin films of aluminum nitride grown via ion-plasma sputtering on gallium arsenide substrates with different orientations *Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.* 81 (2017), pp. 1119-1126, 10.3103/S1062873817090210
- [14] P. V. Seredin, V. M. Kashkarov, I. N. Arsentyev, A. D. Bondarev, I. S. Tarasov, Distinctions of the growth and structural-spectroscopic investigations of thin AlN films grown on the GaAs substrates *Phys. B Condens. Matter*, 495 (2016), pp. 54-63, 10.1016/j.physb.2016.04.044
- [15] L. Zhao, L. Hu, X. Fang, Growth and Device Application of CdSe Nanostructures, *Adv. Funct. Mater.* (2012) 22, 1551

- [16] R. Keshav, M. G. Mahesha, Optical and electrical characterization of vacuum deposited n-CdS/n-ZnS bilayers Sol. Energy, 167 (2018), pp. 172-178, 10.1016/j.solener.2018.04.013
- [17] G. Ojeda-Barrero, A. I. Oliva-Avilés, A. I. Oliva, R. D. Maldonado, M. Acosta, G. M. Alonzo-Medina, Effect of the substrate temperature on the physical properties of sprayed-CdS films by using an automatized perfume atomizer Mater. Sci. Semicond. Process. 79 (2018), pp. 7-13, 10.1016/j.mssp.2018.01.018
- [18] Y. Guo, J. Jiang, S. Zuo, F. Shi, J. Tao, Z. Hu, X. Hu, G. Hu, P. Yang, J. Chu, RF sputtered CdS films as independent or buffered electron transport layer for efficient planar perovskite solar cell Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 178 (2018), pp. 186-192, 10.1016/j.solmat.2018.01.017
- [19] A. S. Z. Lahewil, Y. Al-Douri, U. Hashim, N. M. Ahmed, Structural and optical investigations of cadmium sulfide nanostructures for optoelectronic applications Sol. Energy, 86 (2012), pp. 3234-3240, 10.1016/j.solener.2012.08.013
- [20] J. Zhao, J. A. Bardecker, A. M. Munro, M. S. Liu, Y. Niu, I. K. Ding, J. Luo, B. Chen, A. K. Jen, D. S. Ginger, Efficient CdSe/CdS quantum dot light-emitting diodes using a thermally polymerized hole transport layer Nano Lett. 6 (2006), pp. 463-467, 10.1021/nl052417e
- [21] A. Fernández-Pérez, C. Navarrete, P. Valenzuela, W. Gacitúa, E. Mosquera, H. Fernández, Characterization of chemically-deposited aluminum-doped CdS thin films with post-deposition thermal annealing, Thin Solid Films, 623 (2017), pp. 127-134, 10.1016/j.tsf.2016.12.036
- [22] J. A. Bragagnolo, A. M. Barnett, J. E. Phillips, R. B. Hall, A. Rothwarf, J. D. Meakin, The design and fabrication of thin-film CdS/Cu<sub>2</sub>S Cells of 9.15-percent conversion efficiency, IEEE Trans. Electron Dev. 27 (1980), pp. 645-651, 10.1109/T-ED.1980.19917
- [23] M. S. Kang, A. Sahu, D. J. Norris, C. D. Frisbie, Size-Dependent Electrical Transport in CdSe Nanocrystal Thin Films, Nano Lett. (2010) 10, 3727
- [24] S. K. Tripathi, Temperature-dependent barrier height in CdSe Schottky diode, J. Mater. Sci. (2010) 45, 5468
- [25] B. Güzeldir, M. Sağlam, A. Ateş, A. Türüt, Effects of ageing on the electrical characteristics of Cd/CdS/n-Si/Au-Sb structure deposited by SILAR method, J. Phys. Chem. Solids 72 (2011) 1506–1514.
- [26] M. Kundakci, A. Ates, A. Atsam, M. Yıldırım, Structural, optical and electrical properties of CdS, Cd<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>S and In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> thin films grown by SILAR method, Physica E 40 (2008) 600–605.

- [27] E. H. Rhoderick, R. H. Williams, Metal-Semiconductor Contacts, 2nd ed, Oxford University Press, Oxford, 1988.
- [28] H. C. Card, E. H. Rhoderick, Studies Of Tunnel Mos Diodes .1. Interface Effects In Silicon Schottky Diodes J. Phys. D 42 (1971) 1589.
- [29] J. Osvald, Numerical study of electrical transport in inhomogeneous Schottky diodes, J. Appl. Phys. 85 (1999) 1935.
- [30] M. Sağlam, A. Türüt, Effect of thermal annealing in nitrogen on the I-V and C-V characteristics of Cr-Ni-Co alloy/LEC n-GaAs Schottky diodes, Semicond Sci Technol (1997) 12: 1028–31.
- [31] B.Güzeldir, M.Sağlam, A.Ateş, Analysis of the electrical characteristics of Zn/ZnSe/n-Si/Au-Sb structure fabricated using SILAR method as a function of temperature, J. Alloys Compd. 506 (2010) 388–394.
- [32] Brillson L. The Structure And Properties Of Metal-Semiconductor Interfaces, J Surf Sci Rep (1982) 2:23.

**THE COMPARISON OF CURRENT -VOLTAGE CHARACTERISTICS OF Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti AND AuCu/n-Si/Ti SCHOTTKY DIODES AT ROOM TEMPERATURE**

Zeynep Orhan<sup>1</sup>, Lect. Fatma Yıldırım<sup>1</sup>, Asst. Prof. Ahmet TAŞER<sup>2</sup>, Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR<sup>1</sup> and Prof. Dr. Mustafa SAĞLAM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Faculty of Sciences, Ataturk University, Erzurum-TURKEY

<sup>2</sup>Ağrı İbrahim Çeçen University, Patnos V.S.H, Department of Medical Services and Techniques, Ağrı-TURKEY

**ABSTRACT**

In this study, Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti and AuCu/n-Si/Ti Schottky diodes are fabricated and the basic electrical parameters such as ideality factor ( $n$ ), barrier height ( $\Phi_b$ ), series resistance ( $R_s$ ) and rectifying ratio and of diodes are calculated from the forward bias (I-V) characteristics. The values of the ideality factor and barrier height of these diodes have been found as  $n=1.08$ ,  $\Phi_b = 0.64$  eV,  $n=1.02$ ,  $\Phi_b = 0.67$  eV and  $n=1.02$ ,  $\Phi_b = 0.61$  eV, respectively. Furthermore, the interface state densities ( $N_{ss}$ ) have been determined from the forward bias I-V characteristics by taking into account the bias dependence of the effective barrier height. The results show that the variations in the electrical parameters are due to inhomogeneous interfacial layer and barrier height, non-uniformity of the interfacial traps or dislocations, and grain boundaries.

*Keywords:* Schottky contacts, barrier inhomogeneities, AuAg-AuCu alloys

**1. INTRODUCTION**

It is well known that the quality of Schottky barrier diodes (SBDs) plays an important role in the performance of various semiconductor devices and integrated circuits. [1] SBDs have been extensively researched and many studies have been carried out to determine their fundamental characteristics. The information of the conduction mechanism in the Schottky barrier is important for calculating the Schottky barrier parameters and for explaining the observed effects. In addition to different device and circuit applications, of metal-semiconductor can also be used as test vehicles for investigating the physical and electrical properties of a semiconductor material and its surfaces. Therefore, it is essential to obtain a better understanding of the fundamental physical and electrical properties of the metal-semiconductor systems so that technologies for preparing good ohmic and of SBDs can be developed for a wide variety of device applications. [2-3] SBDs are generally fabricated by evaporation of the metal on the semiconductor surface. These junctions play an important role as electrical contacts for semiconductor samples and devices. The performance of SBDs depends mostly on the selection of the metal, the doping density of the semiconductor and the quality of the semiconductor surface prior to the metal deposition.

The main aim of this study is to determine the possible current-conduction mechanisms from the forward bias I-V characteristics of the as-fabricated Au/n-Si/Ti, AuAg /n-Si/Ti(50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti(50% -50%).

## 2. EXPERIMENTAL

The Au, Ag and Cu metals to be used are on a precision scale to obtain binary alloys. AuAg (50%-50%) and AuCu (50%-50%) are prepared. All metals are washed in 10% HCl solution for 30 seconds, then washed thoroughly with deionized water and dried. In the vacuum pump, firstly AuAg (50%-50%) metals were placed in the quartz pot placed on the molybdenum heater and the metals are melted in the quartz crucible by taking the vacuum from the pump  $10^{-5}$ Torr. It is prepared similarly to alloys in other proportions.

Before making contacts, the Si wafer was degreased for 5 min in boiling, acetone and methanol, consecutively. The wafer was chemically cleaned using the RCA cleaning procedure (i.e. a 10 min boil in  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $6\text{H}_2\text{O}$  followed by a 10 min boil in  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $6\text{H}_2\text{O}$ ) with the final dip in diluted HF for 30 s, and then rinsed in deionized water of resistivity of  $18\text{M}\Omega$  cm with ultrasonic vibration and dried by high purity nitrogen. Immediately after surface cleaning, high purity titanium (Ti) metal was thermally evaporated from the tungsten filament onto the whole back surface of the wafer in the pressure of  $1 \times 10^{-5}$ Torr. Then, a low resistivity ohmic contact was followed by a temperature treatment at  $475^\circ\text{C}$  for 3 min in  $\text{N}_2$  atmosphere. The Schottky diodes were fabricated on n-Si wafer orientation, by evaporating with AuAg(50%-50%) alloys. It is prepared similarly to Schottky diodes in other proportions.

The I-V measurements of the fabricated Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti(50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti(50% -50%) diodes were immediately taken at room temperature in dark conditions. Diode electrical measurements were taken using a HP 4140B picoammeter.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

For a Schottky barrier diodes, the barrier height depends on the bias voltage along with other effects; Thermionic Emission theory predicts that the I-V characteristic is given as follows [4]:

$$I = I_0 \exp\left(\frac{qV}{nkT}\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{qV}{kT}\right)\right] \quad (1)$$

where  $I_0$  is the saturation current given by

$$I_0 = AA^*T^2 \exp\left(-\frac{q\Phi_{ap}}{kT}\right) \quad (2)$$

$q$  is the electron charge,  $V$  is the forward-bias voltage,  $A$  is the effective diode area,  $k$  is the Boltzmann constant,  $T$  is the absolute temperature,  $A^*$  is the effective Richardson constant of  $112 \text{ Acm}^{-2}\text{K}^{-2}$  for n-type Si,  $\Phi_{ap}$  is the zero bias apparent barrier height and  $n$  is the ideality factor. From Eq.1 and 2, ideality factor  $n$  and barrier height  $\Phi_b$  can be written as:

$$n = \frac{q}{kT} \left( \frac{dV}{d \ln I} \right) \quad (3)$$

$$\Phi_b = \frac{kT}{q} \ln \left( \frac{AA^*T^2}{I_0} \right) \quad (4)$$

The forward and reverse bias current–voltage characteristics of the Au/n-Si/Ti, AuAg /n-Si/Ti (50%-50%) and AuCu /n-Si/Ti (50% -50%). Schottky diodes are shown at room temperature Fig.1. The values calculated from these plots have been given in Table 1. The junctions have a rectifying property.

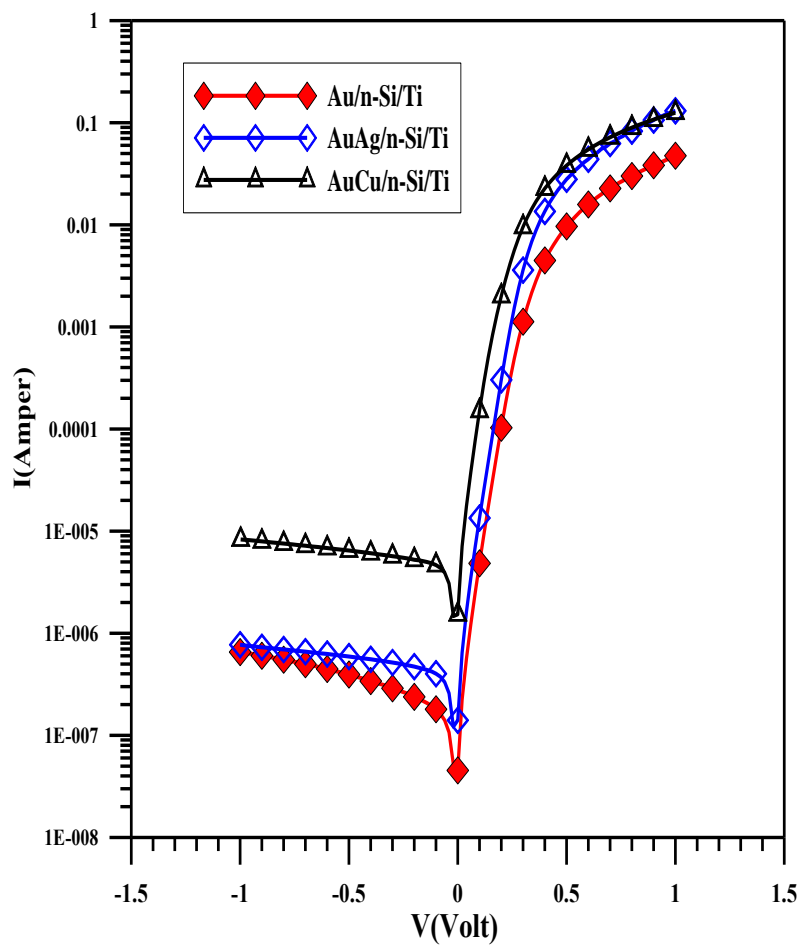


Figure 1: The semi-log reverse and forward bias current-voltage characteristics of Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti(50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti(50%-50%) Schottky diodes at room temperature.



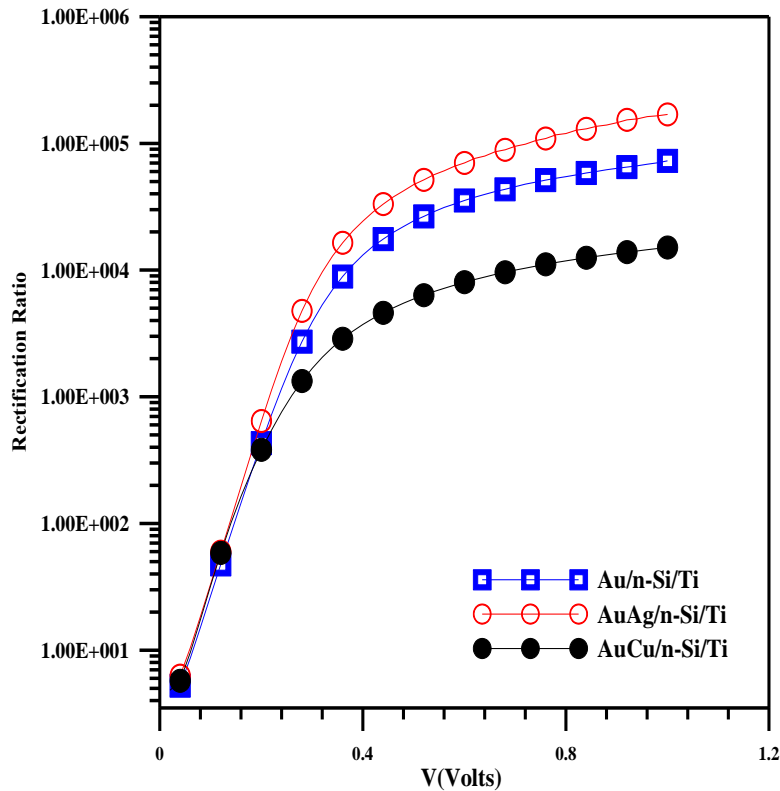


Figure 2: The rectifying ratio versus applied voltages for Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti(50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti(50%-50%) Schottky diodes at room temperature.

According to Fig.1 and Fig.2, the variation of the rectifying ratio with respect to applied voltage can be given easily for Schottky diodes as at room.

Norde proposed a method to determine value of the series resistance [5]. According to the TE theory, the forward bias I-V characteristics of a SBD with the series resistance can be expressed as:

$$I = I_0 \exp\left(\frac{q(V - IR_s)}{nkT}\right) \quad (5)$$

where  $R_s$  is the series resistance and the  $IR_s$  is the voltage drop across the series resistance of diode. Norde's function  $F(V)$  has been used to obtain the values of BH and the series resistance. The  $F(V)$  function is defined as:

$$F(V) = \frac{V}{\gamma} - \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I(V)}{AA^*T^2}\right) \quad (6)$$

where  $I(V)$  is current obtained from the I-V curve. A plot of  $F(V)$  vs.  $V$  for the diode at different temperatures is shown in Fig.3. From the plots of  $F(V)$  vs.  $V$ , the value of the barrier height of a diode can be determined as follows:

$$\Phi_b = F(V_{\min}) + \frac{V_{\min}}{\gamma} - \frac{kT}{q} \quad (7)$$

$$R_s = \frac{kT(\gamma - n)}{qI_{\min}} \quad (8)$$

where  $I_{\min}$  is the value of the forward current at the voltage  $V_{\min}$  where the function  $F(V)$  exhibits a minimum. It is very good agreement with value of barrier height obtained using simple Thermionic Emission Method method. The values calculated from these plots have been given in Table 1.

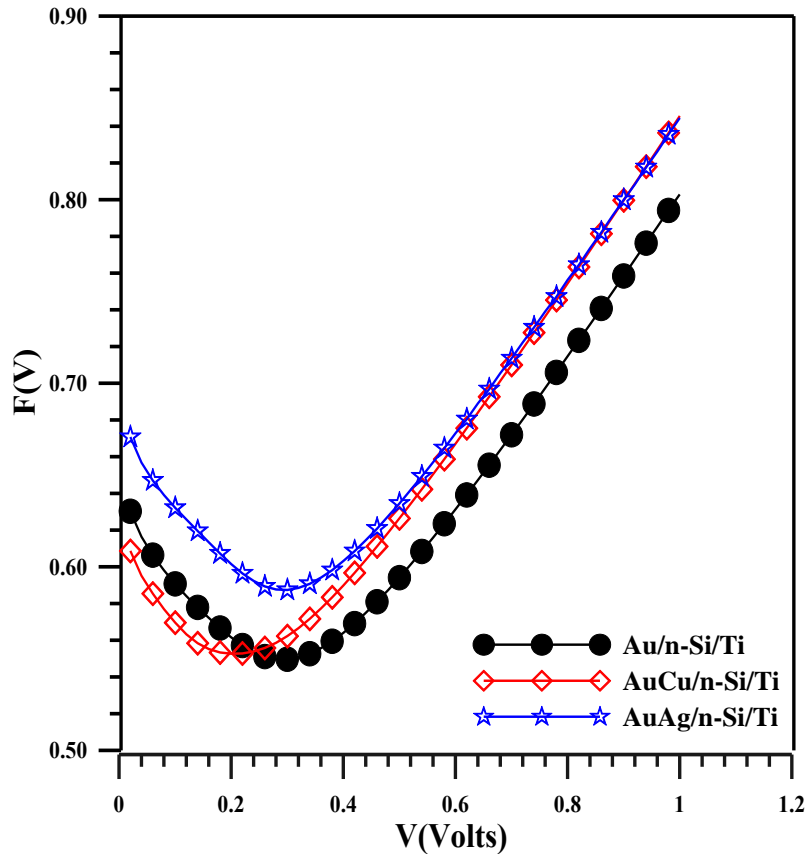


Figure 3: Experimental  $F(V)$ - $V$  curves of Au/n-Si/Ti, AuAg /n-Si/Ti (50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti(50% -50%) Schottky diodes at room temperature.

Cheung proposed a method to determine value of the ideality function, barrier height and series resistance By using the fundamental current equation (9) and (10) Cheung functions were obtained.

$$\frac{dV}{d(\ln I)} = \frac{nkT}{e} + IR_s \quad (9)$$

$$H(I) = n\Phi + IR_s \quad (10)$$

The curves  $dV/d(\ln I)$ - $I$  and  $H(I)$ - $I$  for Au /n-Si/Ti, AuAg /n-Si/Ti (50%-50%) and AuCu /n-Si/Ti (50% -50%). Schottky diodes at room temperature are shown in Fig. 4, and 5 respectively. Using these graphs and the above functions, the ideality function, barrier height and series resistance values of Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti and AuCu/n-Si/Ti Schottky diodes were calculated and shown in Tables 1. The diode parameters calculated from the Norde and Cheung methods are found to be compatible with each other.

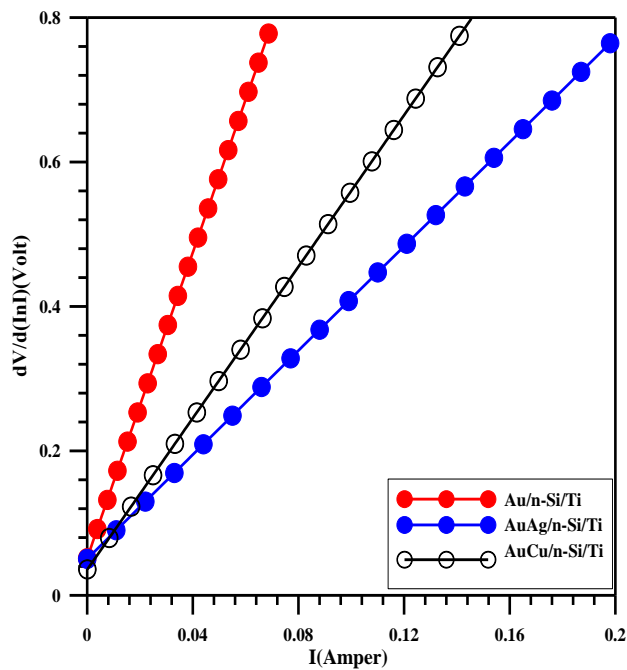


Figure 4:  $dV/d(\ln I)$ - $I$  curves of the Au/n-Si/Ti, AuAg /n-Si/Ti (50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti(50% -50%) Schottky diodes at room temperature

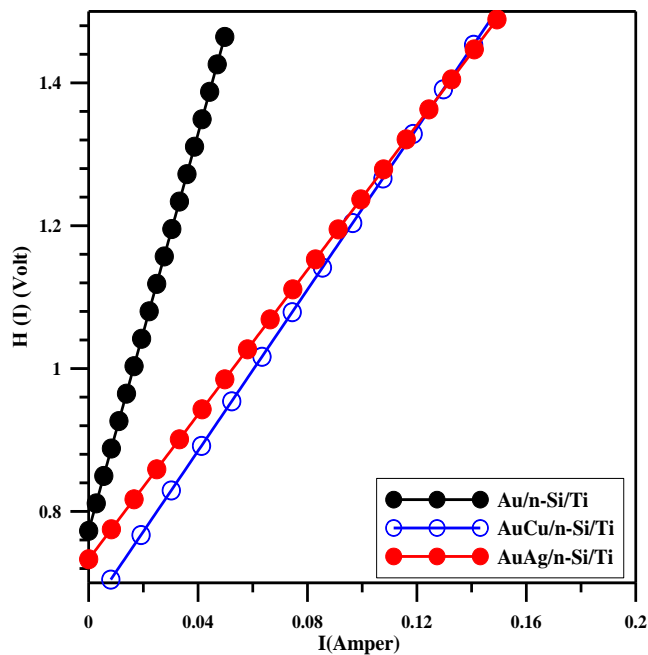


Figure 5: H(I)-I curves of the Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti (50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti(50% -50%) Schottky diodes at room

Table 1: The parameters calculated from I-V and Norde methods of at room temperature for the Au/nSi/Ti, AuAg/n-Si/Ti (50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti (50% -50%) Schottky diodes

T=300K	Thermionic Emission Method			Norde Method		Cheung Method			
	n	$\phi_b$ (eV)	$I_0$ (A)	$\phi_b$ (eV)	$R_s$ ( $\Omega$ )	dV/d(lnI)-I		H(I)-I	
						n	$R_s$ ( $\Omega$ )	$\phi_b$ (eV)	$R_s$ ( $\Omega$ )
<b>Au</b>	1.086	0.649	9.78E-07	0.709	6.816	1.987	3.008	0.739	3.586
<b>AuAg</b>	1.026	0.677	3.34E-07	0.705	6.973	2.202	5.067	0.701	3.762
<b>AuCu</b>	1.025	0.618	3.24E-06	0.623	12.581	1.476	5.245	0.642	5.649

It can be said the barrier height value from thermionic emission theory is closed by the barrier height values obtained using Norde and Cheung methods. However, it can clearly be seen that there is difference between the value of n obtained from the forward bias I-V plots. The reason for this difference can be attributed to the existence of effects such as series resistance and bias dependence of the Schottky barrier height. [6]

The barrier height and ideality value calculated from the current-voltage characteristics are controlled by the energy distribution of the interface states in equilibrium with the semiconductor. The density of the interfacial states is one of the variables that play an important role on the characteristics of the diode. [7]

Specifies the interface states to  $N_{ss}$ , and the energy of the interface states is given by:

$$E_c - E_{ss} = q[\Phi_b - (V - IR_s)] \tag{11}$$

where that  $IR_s$  term is the voltage drop on the device.

Fig.6 shows Au/nSi/Ti, AuAg/n-Si/Ti (50%-50%) and AuCu /n-Si/Ti (50% -50%) Schottky diodes the change at room temperature related interface density versus the interface state energy. It is observed here that the interface state density increases exponentially from the middle of the band to the base of the conductivity band, obviously from the change of the interface state density ( $N_{ss}$ ).

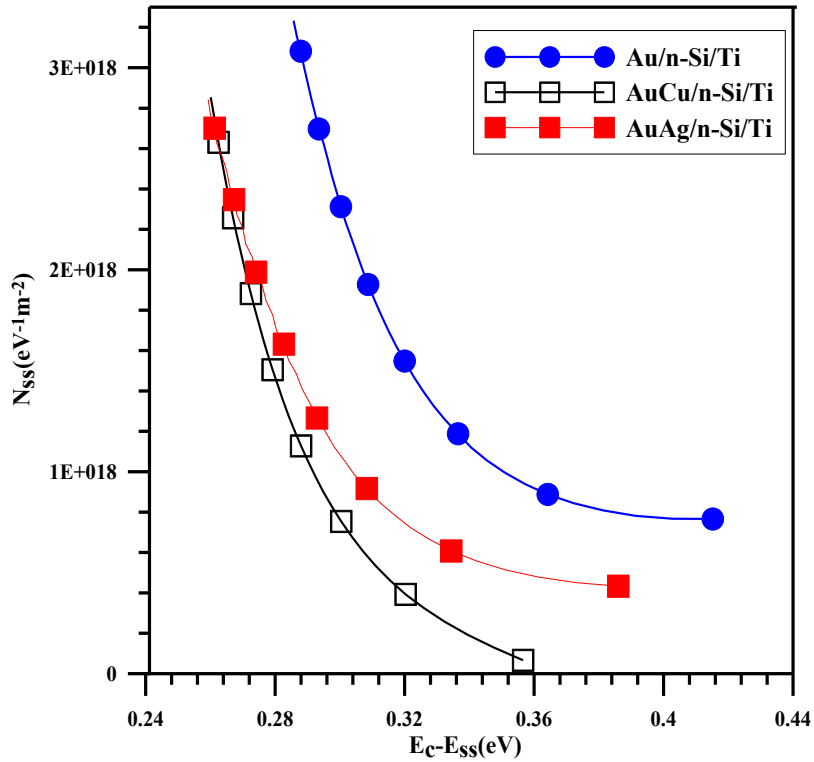


Figure 6: Interface state density distribution profiles as a function of ( $E_{ss}-E_v$ ) for Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti(50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti (50%-50%) Schottky diodes at room temperature

#### 4. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, Au/n-Si/Ti, AuAg/n-Si/Ti(50%-50%) and AuCu/n-Si/Ti (50% -50%) Schottky diodes were investigated in terms of I-V variations, Norde method and Cheung method at room temperature. With Norde and Cheung functions, series resistance and barrier height changes were examined at room temperature. It is seen that there is agreement between values of the series resistance obtained from two methods.

#### KAYNAKLAR

- [1] V. Rejagopal Reddy, Thin Solid Films 556, 300 (2014).
- [2] A. Sefaoğlu, S. Duman, S. Doğan, B. Gürbulak, S. Tüzemen and A. Türüt, The effects of the temperature and annealing on current-voltage characteristics of Ni/n-type 6H-SiC Schottky diode, Microelectronic Eng 631-635 85 (2008)
- [3] B. Güzeldir, M. Sağlam, A. Ateş and A. Türüt, Determination of the some electronic parameters of nanostructure copper selenide and Cu/Cu<sub>3</sub>Se<sub>2</sub>/n-GaAs/In structure, Journal of Alloys and Compounds 200-205 627 (2015).
- [4] E. P. Bertin, Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis Plenum Press: New York. (1984)
- [5] M. Sağlam, B. Güzeldir, A. Ateş and E. Buğur, Temperature dependence of current-voltage characteristics of the Cd/CdS/n-GaAs/In sandwich structure, Journal of Physics and Chemistry of Solids 370-376 74 (2013).

- [6] A Türüt, and M.Sağlam. The determination of the density of Si-metal interface states and excess capacitance caused by them. *Physica B*, 179, 285 (1992.)
- [7] B. Güzeldir., M.Sağlam, A. Ateş., *Journal of Alloys and Compounds* 388–394 506 (2010)
- [7] A.Liel,*Solid State Electronics*,2<sup>nd</sup>(Prentice-Hall,Englewood Clifs, nj 1968)
- [8] R.T Tung., *Material Science and Engineering R*, 35, 1, (2001)
- [9] A.Türüt. and M.Sağlam. The determination of the density of Si-metal interface states and excess capacitance caused by them. *Physica B*, 179, 285. (1992)
- [10] Ş. Aydoğan, M. Sağlam and A. Türüt, On the barrier inhomogeneities of polyaniline/p-Si/Al structure at low temperature, *Applied Surface Science* 250 43-49 (2005).
- [11] Ş. Karataş and Z. Kara, Temperature dependent electrical and dielectric properties of Sn/p-Si metal-semiconductor (MS) structures, *Microelectronics Reliability* 2205-2209 51 (2011).
- [13] A.Gümüş., A. Türüt., and Yalçın N., 2002. Temperature dependent barrier characteristics of CrNiCo alloy Schottky contacts on n-type molecular-beam epitaxy GaAs. *Journal of Applied Physics*, 91(1), 245-250.

THE FEKETE-SZEGÖ POBLEM OF THE INVERSE  
OF CERTAIN ANALYTIC FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR,

Muharrem C. GÜNDÜZ

Department of Mathematics, aculty of Science and Letters, Kafkas University

ABSTRACT

In this study, we give bound estimate for  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , where  $\mu$  is a real or complex and  $A_2, A_3$  are coefficients of inverse of the function  $f \in C$  and  $C$  is convex function class in the open unit disk.

**Keywords:** Inverse function, Univalent functions, Fekete-Szegö functional, Convex function.

1. INTRODUCTION

Let  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  and  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U$ . Also, let's  $A$  the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which satisfies the normalization conditions  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$ ; that is,

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.1)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of all functions which are also univalent in  $U$ .

It is well known that for the function  $f \in S$  exist an inverse  $f^{-1}$  defined in the disk  $D = \{w \in \mathbb{C} : |w| < r_0(f)\}$ ,  $r_0(f) > 1/4$  and satisfied normalization conditions  $f^{-1}(0) = 0 = (f^{-1})'(0) - 1$ ; that is,

$$g(w) = f^{-1}(w) = w + \sum_{n=2}^{\infty} A_n w^n, A_n \in \mathbb{C}, \quad (1.2)$$

where  $A_2 = -a_2, A_3 = 2a_2^2 - a_3, A_4 = -5a_2^3 + 5a_2a_3 - a_4, \dots$ .

As known that a function  $f \in S$  is called convex in  $U$  if  $f(U)$  is convex domain in the complex plane and denoted by  $C$ . Convex function class  $C$  given as follows (Duren, 1983, Goodman, 1983)

$$C = \left\{ f \in S : \operatorname{Re} \left( \frac{(zf'(z))'}{f'(z)} \right) > 0, z \in U \right\}.$$

Among the important tools in the theory of analytic functions are Hankel determinant, which defined by coefficients of the function  $f \in S$  as  $H_q(n) = \left| a_j \right|_{\substack{j=n, n+q-1 \\ j=n, n+q-1}}$ ,  $a_1=1$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ ,  $q=1, 2, 3, \dots$  (Noonan, Thomas, 1976). The functional  $H_2(1) = a_3 - a_2^2$  is known as the Fekete-Szegö functional and one usually considers the further generalized functional  $H_2(1, \mu) = a_3 - \mu a_2^2$ , where  $\mu$  is a number (Fekete, Szegö, 1933). Finding upper bound for  $|a_3 - \mu a_2^2|$  is known as the Fekete-Szegö problem in the theory of analytic functions.

In 1969 Koegh and Merkes (Koegh, Merkes, 1969) solved the Fekete-Szegö problem for the classes of starlike and convex functions for some real  $\mu$ . The Fekete-Szegö problem has been investigated by many mathematicians for several subclasses of analytic functions (Caglar, Aslan, 2016, Mustafa, 2017, Mustafa, Akbulut, 2018, Mustafa, Akbulut, 2019, Noonan, Thomas, 1976, Orhan, Deniz, Raducanu, 2010).

Let  $f \in S$ . We define determinants  $\overline{H}_q(n)$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ ,  $q=1, 2, 3, \dots$  as:  $\overline{H}_q(n) = \left| A_j \right|_{\substack{j=n, n+q-1 \\ j=n, n+q-1}}$ ,  $A_1=1$ . The determinants  $\overline{H}_q(n)$ , we will call Hankel determinants of the function  $f^{-1}$ . Also, the functional  $A_3 - \mu A_2^2$  we will call the Fekete-Szegö type functional of the function  $f \in S$  or Fekete-Szegö functional of the function  $g = f^{-1}$ . Furthermore, finding upper bound for  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , we will recall Fekete-Szegö problem for the function  $f^{-1}$ , when  $f \in S$ .

In this study, we obtain a upper bound estimate functional  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , when  $f \in C$ .

In order to prove our main results, we need the following lemma (Libera, Zlotkiewics, 1982) concerning functions in the class P, i. e. analytic functions  $p$  such that  $p(0)=1$  and  $\text{Re}(p(z)) > 0$  for all  $z \in U$ . That is,  $p \in P$  have the power series expansion as follows

$$p(z) = 1 + p_1 z + p_2 z^2 + p_3 z^3 + \dots, z \in U.$$

**Lemma 1.1.** *Let  $p \in P$ , then  $|p_n| \leq 2$  for every  $n=1, 2, 3, \dots$ . These inequalities are sharp for each  $n=1, 2, 3, \dots$ . Moreover,*

$$2p_2 = p_1^2 + (4 - p_1^2)x,$$

$$4p_3 = p_1^3 + 2(4 - p_1^2)p_1 x - (4 - p_1^2)p_1 x^2 + 2(4 - p_1^2)(1 - |x|^2)z$$

for some complex  $x, z$  with  $|x| \leq 1, |z| \leq 1$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class C and  $\mu \in \mathbb{R}$ . Then,*



$$|A_3 - \mu A_2^2| \leq \frac{1}{3} \begin{cases} 3|1-\mu|, & |1-\mu| \geq 1/3, \\ 1, & |1-\mu| \leq 1/3. \end{cases}$$

**Proof.** Let  $f \in C$  and  $\mu \in \mathbb{C}$ . Then,

$$(zf'(z))' / f'(z) = p(z).$$

Upon simplification, we obtain

$$\sum_{n=2}^{\infty} n(n-1)a_n z^{n-1} = \left(1 + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^{n-1}\right) \times \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n. \quad (2.1)$$

Equating the coefficients of  $z^n$  in (2.1) for  $n=1, 2, 3, \dots$ , we get

$$n(n-1)a_n = p_{n-1} + 2p_{n-2}a_2 + \dots + (n-1)p_1 a_{n-1};$$

that is,

$$a_n = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{k=1}^{n-1} k p_{n-k} a_k, \quad n = 2, 3, 4, \dots \quad (2.2)$$

From the last equalities for  $a_2$  and  $a_3$ , we have

$$a_2 = \frac{p_1}{2}, \quad a_3 = \frac{1}{6}(p_2 + 2p_1 a_2). \quad (2.3)$$

Since  $C \subset S$ , inverse function  $f^{-1}$  exist of  $f \in C$ .

Substituting the values of  $a_2$  and  $a_3$  in (1.2), we get the following expression for  $A_3 - \mu A_2^2$

$$A_3 - \mu A_2^2 = \frac{1}{12} [(4-3\mu)p_1^2 - 2p_2]. \quad (2.4)$$

Using Lemma 1.1 to express the coefficient  $p_2$  in term of  $p_1$ , after simplification, normalizing  $|x| = \xi$ ,  $|p_1| = t \in [0, 2]$ , and finally using the triangle inequality, we obtain

$$|A_3 - \mu A_2^2| \leq \frac{1}{12} [3|1-\mu|t^2 + (4-t^2)\xi], \quad \xi \in [0, 1].$$

From this last inequality, we can write

$$|A_3 - \mu A_2^2| \leq \frac{1}{12} \{ [3|1-\mu|-1]t^2 + 4 \}. \quad (2.5)$$

Let us define the function  $\varphi: [0, 2] \rightarrow \mathbb{R}$  as follows:

$$\varphi(t) = [3|1-\mu|-1]t^2 + 4.$$

Easy to see that the function  $\varphi(t)$  is increasing if

$$|1-\mu| \geq 1/3 \tag{2.6}$$

and decreasing if

$$|1-\mu| \leq 1/3. \tag{2.7}$$

Therefore, we write

$$\max \{ \varphi(t) : t \in [0, 2] \} = 4 \begin{cases} 3|1-\mu|, & |1-\mu| \geq 1/3, \\ 1, & |1-\mu| \leq 1/3. \end{cases} \tag{2.8}$$

Thus, from (2.5) and (2.8) the proof of Theorem 2.1 is completed.

Now, we give the following theorem, which the proof is almost the same as the proof of Theorem 2.1.

**Theorem 2.2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C$  and  $\mu \in \mathbb{C}$ . Then,*

$$|A_3 - \mu A_2^2| \leq \frac{1}{3} \begin{cases} 3|1-\mu|, & \mu \leq \frac{2}{3} \text{ or } \mu \geq \frac{4}{3}, \\ 1, & \frac{2}{3} \leq \mu \leq \frac{4}{3}. \end{cases}$$

From the Theorem 2.2, we arrive at the following result.

**Corollary 2.1.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C$ . Then,*

$$|A_3| \leq 1.$$

Taking  $\mu=1$  in Theorem 2.2, we arrive at the following result for the Fekete-Szegö functional  $|A_3 - A_2^2|$ .

**Corollary 2.2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $C$ . Then,*

$$|A_3 - A_2^2| \leq \frac{1}{3}.$$

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this study, we find the upper bound estimate for the functional  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , where  $\mu$  is a real or complex number and  $f \in C$ . Using same technique, we can find estimate for the

functional  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , where  $\mu$  is a real or complex number for the function  $f \in C(\alpha)$ , where  $C(\alpha)$  is convex function class of order  $\alpha \in [0,1)$ . Also, the estimates for initial coefficients of inverse  $f^{-1}$  of the function  $f \in C$  can be obtained. Furthermore, the coefficient problem for the inverse  $f^{-1}$  of the function  $f \in C(\alpha)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  can be investigated.

## References

- Caglar, M. & Aslan, S. 2016. Fekete-Szegö inequalities for subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate condition. AIP Conference Proceedings 2016; 1726, 020078, doi:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4945904>.
- Duren, P. L. 1983. Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften 259, Springer-Verlag, New York.
- Fekete, M., Szegö G. 1933. Eine Bemerkung über ungerade schlichte Funktionen. J. London Math. Soc. 8, 85-89 (in German).
- Koehn, F. R., Merkes E. P. 1969. A coefficient inequality for certain classes of analytic functions. P Amer. Math. Soc. 20, 8-12.
- Libera, R. J. and Zlotkiewics E. J. 1982. Early coefficients of the inverse of a regular convex function. Proc. Amer. Math. Soc. 85(2) 225-230.
- Mustafa, N. 2017. Fekete-Szegö problem for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. Journal of Scientific and Engineering, 4(8), 390-400.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2018. Application of the second Chebyshev polynomials to coefficient estimates of analytic functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 5(6), 143-148.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2019. Application of the second kind Chebyshev polynomial to the Fekete-Szegö problem of certain class analytic functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 6(2), 154-163.
- Orhan, H., Deniz, E. & Raducanu, D. 2010. The Fekete-Szegö problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains. Comput. Math. Appl. 59, 283-295.

THE COEFFICIENT ESTIMATES AND FEKETE-SZEGÖ PROBLEM OF THE  
INVERSE OF CERTAIN ANALYTIC FUNCTIONS

Prof. Dr. Nizami MUSTAFA, Asst. Prof. Dr. Veysel NEZIR,

Taner TURAC

Department of Mathematics, Faculty of Science and Letters, Kafkas University

ABSTRACT

In this study, we give bound estimate for the functional  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , where  $\mu$  is a real or complex number and  $A_2, A_3$  are coefficients of inverse of the function  $f \in S^*$  and  $S^*$  is starlike function class in the open unit disk.

**Keywords:** Inverse function, Univalent functions, Fekete-Szegö functional, Starlike function.

1. INTRODUCTION

Let  $U = \{z \in \mathbb{C} : |z| < 1\}$  and  $H(U)$  denote the class of analytic functions in the open unit disk  $U$ . Also, let's  $A$  the class of analytic functions  $f \in H(U)$  which satisfies the normalization conditions  $f(0) = 0 = f'(0) - 1$ ; that is,

$$f(z) = z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n, a_n \in \mathbb{C}. \quad (1.1)$$

We denote by  $S$  the subclass of  $A$  consisting of all functions which are also univalent in  $U$ .

As known that for the function  $f \in S$  exist an inverse  $f^{-1}$  defined in the disk  $D = \{w \in \mathbb{C} : |w| < r_0(f)\}$ ,  $r_0(f) > 1/4$  and satisfied normalization conditions  $f^{-1}(0) = 0 = (f^{-1})'(0) - 1$ ; that is,

$$g(w) = f^{-1}(w) = w + \sum_{n=2}^{\infty} A_n w^n, A_n \in \mathbb{C}, \quad (1.2)$$

where  $A_2 = -a_2, A_3 = 2a_2^2 - a_3, A_4 = -5a_2^3 + 5a_2 a_3 - a_4, \dots$

It is well known that a function  $f \in S$  is called starlike in  $U$  if  $f(U)$  is starlike domain in the complex plane and denoted by  $S^*$ . Starlike function class  $S^*$  given as follows (Duren, 1983, Goodman, 1983)

$$S^* = \{f \in S : \operatorname{Re}(zf'(z)/f(z)) > 0, z \in U\}.$$

Among the important tools in the theory of analytic functions are Hankel determinant, which defined by coefficients of the function  $f \in S$  as  $H_q(n) = \left| a_j \right|_{j=n, n+q-1}^{j=n, n+q-1}$ ,  $a_1=1$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ ,  $q=1, 2, 3, \dots$  (Noonan, Thomas, 1976). The functional  $H_2(1) = a_3 - a_2^2$  is known as the Fekete-Szegö functional and one usually considers the further generalized functional  $H_2(1, \mu) = a_3 - \mu a_2^2$ , where  $\mu$  is a number (Fekete, Szegö, 1933). Finding upper bound for  $|a_3 - \mu a_2^2|$  is known as the Fekete-Szegö problem in the theory of analytic functions.

In 1969 Koegh and Merkes (Koegh, Merkes, 1969) solved the Fekete-Szegö problem for the classes of starlike and convex functions for some real  $\mu$ . The Fekete-Szegö problem has been investigated by many mathematicians for several subclasses of analytic functions (Caglar, Aslan, 2016, Mustafa, 2017, Mustafa, Akbulut, 2018, Mustafa, Akbulut, 2019, Noonan, Thomas, 1976, Orhan, Deniz, Raducanu, 2010).

Let  $f \in S$ . We define determinants  $\overline{H}_q(n)$ ,  $n=1, 2, 3, \dots$ ,  $q=1, 2, 3, \dots$  as:  $\overline{H}_q(n) = \left| A_j \right|_{j=n, n+q-1}^{j=n, n+q-1}$ ,  $A_1=1$ . The determinants  $\overline{H}_q(n)$ , which defined by coefficients of the function  $f^{-1}$ , we will call Hankel determinants of the function  $f^{-1}$ . Also, the functional  $A_3 - \mu A_2^2$  we will call the Fekete-Szegö type functional of the function  $f \in S$  or Fekete-Szegö functional of the function  $f^{-1}$ . Finding upper bound for  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , we will recall Fekete-Szegö problem for the function  $f^{-1}$ , when  $f \in S$ .

In this presented study, we give a upper bound estimate for the functional  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , when  $f \in S^*$ .

In order to prove our main results, we need the following lemma (Libera, Zlotkiewics, 1982) concerning functions in the class P, i. e. analytic functions  $p$  such that  $p(0)=1$  and  $\text{Re}(p(z)) > 0$  for all  $z \in U$ . That is,  $p \in P$  have the power series expansion as follows

$$p(z) = 1 + p_1 z + p_2 z^2 + p_3 z^3 + \dots, z \in U.$$

**Lemma 1.1.** *Let  $p \in P$ , then  $|p_n| \leq 2$  for every  $n=1, 2, 3, \dots$ . These inequalities are sharp for each  $n=1, 2, 3, \dots$ . Moreover,*

$$2p_2 = p_1^2 + (4 - p_1^2)x,$$

$$4p_3 = p_1^3 + 2(4 - p_1^2)p_1 x - (4 - p_1^2)p_1 x^2 + 2(4 - p_1^2)(1 - |x|^2)z$$

for some complex  $x, z$  with  $|x| \leq 1, |z| \leq 1$ .

## 2. MAIN RESULTS

**Theorem 2.1.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S^*$  and  $\mu \in \mathbb{R}$ . Then,*

$$|A_3 - \mu A_2^2| \leq \begin{cases} 1, & |5 - 4\mu| \leq 1, \\ |5 - 4\mu|, & |5 - 4\mu| \geq 1. \end{cases}$$

**Proof.** Let  $f \in S^*$  and  $\mu \in \mathbb{U}$ . Then,

$$zf'(z)/f(z) = p(z). \tag{2.1}$$

By simple simplification from (2.1), we obtain

$$\sum_{n=2}^{\infty} (n-1)a_n z^n = \left( z + \sum_{n=2}^{\infty} a_n z^n \right) \times \sum_{n=1}^{\infty} p_n z^n.$$

Comparing coefficients of  $z^n$  in the last equality, we get

$$(n-1)a_n = p_{n-1} + p_{n-2}a_2 + \dots + p_1 a_{n-1};$$

that is,

$$a_n = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^{n-1} p_{n-k} a_k, \quad n = 2, 3, 4, \dots \tag{2.2}$$

From (2.2) for the coefficients  $a_2$  and  $a_3$ , we have

$$a_2 = p_1, \quad a_3 = \frac{1}{2}(p_2 + p_1 a_2). \tag{2.3}$$

Substituting the values of  $A_2$  and  $A_3$  from (1.2) in the Fekete-Szegö functional  $A_3 - \mu A_2^2$ , we can write

$$A_3 - \mu A_2^2 = (2 - \mu)a_2^2 - a_3. \tag{2.4}$$

Considering the values  $a_2$  and  $a_3$  in the last equality, we obtain the following expression for  $A_3 - \mu A_2^2$

$$A_3 - \mu A_2^2 = \frac{1}{2}[(3 - 2\mu)p_1^2 - p_2]. \tag{2.5}$$

Using Lemma 1.1, we write the following expression for  $p_2$

$$p_2 = \frac{1}{2}[p_1^2 + (4 - p_1^2)x] \tag{2.6}$$

for some complex  $x$  with  $|x| \leq 1$ .

Substituting the expression (2.6) in the equality (2.5), we have

$$A_3 - \mu A_2^2 = \frac{1}{4}[(5 - 4\mu)p_1^2 - (4 - p_1^2)x]$$

for some complex  $x$  with  $|x| \leq 1$  and  $\mu \in \mathbb{C}$ .

Using triangle inequality to the last equality and then letting  $|x| = \xi$  and  $|p_1| = t \in [0, 2]$  for  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , we write:

$$|A_3 - \mu A_2^2| \leq \frac{1}{4} [5 - 4\mu |t^2 + (4 - t^2)\xi|] = \phi(t, \xi) \text{ (say), } \xi \in [0, 1].$$

Now, we next maximize the function  $\phi(t, \xi)$  on the closed rectangle  $[0, 2] \times [0, 1]$ . Since  $\phi'_\xi(t, \xi) = 4 - t^2 \geq 0$  for fixed  $t \in [0, 2]$ , the function  $\phi(t, \xi)$  is an increasing function with respect to  $\xi \in [0, 1]$ . Thus, from last inequality we can write

$$|A_3 - \mu A_2^2| \leq \frac{1}{4} \{ (|5 - 4\mu| - 1)t^2 + 4 \} = \frac{1}{4} h(t) \text{ (say), } t \in [0, 2].$$

It is clear that the function  $h(t)$  is increasing function if  $|5 - 4\mu| \geq 1$  and decreasing if  $|5 - 4\mu| \leq 1$ .

With this completes the proof of Theorem 2.1.

We give the following theorem which will prove in similarly to the proof of Theorem 2.1.

**Theorem 2.2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S^*$  and  $\mu \in \mathbb{C}$ . Then,*

$$|A_3 - \mu A_2^2| \leq \begin{cases} |5 - 4\mu|, & \mu \leq 1 \text{ or } \mu \geq \frac{3}{2}, \\ 1, & 1 \leq \mu \leq \frac{3}{2}. \end{cases}$$

From the Theorem 2.2, we arrive at the following result.

**Corollary 2.1.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S^*$ . Then,*

$$|A_3| \leq 5.$$

Taking  $\mu = 1$  in Theorem 2.2, we arrive at the following result for the Fekete-Szegö functional  $|A_3 - A_2^2|$ .

**Corollary 2.2.** *Let the function  $f(z)$  given by (1.1) be in the class  $S^*$ . Then,*

$$|A_3 - A_2^2| \leq 1.$$

### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this study, we find the upper bound estimate for the functional  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , where  $\mu$  is a real or complex number and  $f \in S^*$ . Using same technique, we can find estimate for the functional  $|A_3 - \mu A_2^2|$ , where  $\mu$  is a real or complex number for the function  $f \in S^*(\alpha)$ , where  $S^*(\alpha)$  is starlike function of order  $\alpha$ ,  $\alpha \in [0,1)$ . Furthermore, we can investigate coefficient problem for inverse of the function  $f \in S^*$ . Moreover, coefficient problem for inverse and of the function  $f \in S^*(\alpha)$ ,  $\alpha \in [0,1)$  can be investigated.

#### References

- Caglar, M. & Aslan, S. 2016. Fekete-Szegö inequalities for subclasses of bi-univalent functions satisfying subordinate condition. AIP Conference Proceedings 2016; 1726, 020078, doi:<http://dx.doi.org/10.1063/1.4945904>.
- Duren, P. L. 1983. Univalent Functions. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften 259, Springer-Verlag, New York.
- Fekete, M., Szegö G. 1933. Eine Bemerkung über ungerade schlichte Funktionen. J. London Math. Soc. 8, 85-89 (in German).
- Koegh, F. R., Merkes E. P. 1969. A coefficient inequality for certain classes of analytic functions. P Amer. Math. Soc. 20, 8-12.
- Libera, R. J. and Zlotkiewics E. J. 1982. Early coefficients of the inverse of a regular convex function. Proc. Amer. Math. Soc. 85(2) 225-230.
- Mustafa, N. 2017. Fekete-Szegö problem for certain subclass of analytic and bi-univalent functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 4(8), 390-400.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2018. Application of the second Chebyshev polynomials to coefficient estimates of analytic functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 5(6), 143-148.
- Mustafa, N., Akbulut, E. 2019. Application of the second kind Chebyshev polynomial to the Fekete-Szegö problem of certain class analytic functions. Journal of Scientific and Engineering Research, 6(2), 154-163.
- Orhan, H., Deniz, E. & Raducanu, D. 2010. The Fekete-Szegö problem for subclasses of analytic functions defined by a differential operator related to conic domains. Comput. Math. Appl. 59, 283-295.



## HEMŞİRELİK BÖLÜMÜ ÖĞRENCİLERİNİN SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Arş. Gör. Dr. Ela VAROL, Arş. Gör. Metin YILDIZ,  
Dr. Öğr. Üyesi Esra ŞENTÜRK, Dr. Öğr. Üyesi Hilal ÜSTÜNDAĞ  
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Hemşirelik Bölümü,  
Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi

### ÖZET

Sağlık, insanın fiziksel, sosyal, duygusal ve manevi durum gibi yaşamının bütünü etkilemekte olup, yaşam kalitesini içermektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), “Herkes İçin Sağlık” sloganı ile 2000 yılında sağlıklı yaşam biçiminin önemi vurgulamıştır. Önceleri sağlığı koruma ve geliştirme denilince aklımıza ilk olarak doktorlar, hemşireler ve hastaneler gelmiş olmasına rağmen daha sonra bu algı değişerek insanların sağlıklarının yaşam biçimlerine bağlı olduğu fark edilmeye başlanmıştır. Yaşam şekillerinin değerlendirilmesinde, uyku düzeni, beslenme alışkanlıkları, yaşanılan ortam, sigara kullanımı ve egzersiz büyük öneme sahiptir. Üniversite öğrencileri çocukluk çağı sonrası erişkin döneme geçme aşamasında olan gruptur. Üniversite eğitiminin başlaması ile birlikte o zamana kadar alıştıkları ortamdan ayrılmaları, yaşam şekillerini bütünüyle değiştirmektedir. Yeni düzene uyum çabaları yaşam şekillerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu dönemdeki uyku düzenleri, beslenme alışkanlıkları, egzersiz ve sigara gibi birçok etmen yaşamlarının sonraki dönemlerinde ortaya çıkabilecek olan kronik hastalıkların temelini oluşturmaktadır. Üniversite eğitimi sadece meslek eğitiminin yanı sıra sağlık ve kişisel gelişimde de farklılıklar ortaya çıkarmaktadır. Toplumlarda sağlık düzeyleri, bireylerin sağlıklı olarak yetişmesi ile yükselmektedir. Üniversite eğitimi boyunca sağlık davranışlarındaki bu değişiklikler hayatın ilerleyen aşamalarında da büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle bizim çalışmamız, Ağrı ve Artvin illerinde üniversitede eğitim gören hemşirelik bölümü öğrencilerinde sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve bunları etkileyen faktörleri belirlemek amacı ile yapılmıştır. Tanımlayıcı bir araştırma olan çalışmamız, 2017-2018 eğitim öğretim yılı bahar döneminde çalışmamıza katılmayı kabul eden 222 öğrenci ile yapılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS paket programı ile yapılarak elde edilen bulgulardan  $p < 0.05$  olan değerler anlamlı olarak ifade edildi. Çalışmaya katılan öğrencilerin üniversite, cinsiyet, sınıf, kronik hastalık durumu, aile tipi, ailenin sosyoekonomik durumu, birlikte yaşadığı kişiler, sigara içme durumu, ağırlıklı tükettiği gıda, günlük su içme miktarı, günlük çay içme miktarı, günlük öğün sayısı, öğün atlama durumu, ağırlıklı yemek yeri, günlük uyku süresi, günlük adım sayısı, düzenli egzersiz durumu ile SYBDÖ puan ortalamalarına bakıldı. Özellikle sınıflar, ailenin sosyoekonomik durumu, düzenli egzersiz ve beslenme alışkanlıklarının SYBDÖ puan ortalamalı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etkilediği saptanmıştır. ( $p < 0.05$ ).

**Anahtar Kelimeler:** Hemşirelik bölümü öğrencileri, sağlıklı yaşam biçimi davranışları, yaşam biçimi.

## ABSTRACT

Health affects the whole life of the human, such as physical, social, emotional and spiritual situation, and includes the quality of life. The World Health Organization (WHO) emphasized the importance of a healthy lifestyle in 2000 with the slogan *yaşam Health for All of The World*. Although health, protection and development were first mentioned in our minds, although doctors, nurses and hospitals came to mind, this perception was changed and then people started to realize that their health was dependent on their lifestyles. In the evaluation of lifestyles, sleep patterns, eating habits, living environment, smoking and exercise are of great importance. University students are in the stage of adulthood after childhood. With the start of university education, leaving their habitual environment has changed their way of life completely. Efforts to adapt to the new order significantly affect life styles. Many of the factors such as sleep patterns, eating habits, exercise and smoking during this period constitute the basis of chronic diseases that may arise in later life. In addition to vocational education, university education also creates differences in health and personal development. Health levels in societies increase with the healthy growth of individuals. These changes in health behaviors during university education are of great importance in the later stages of life. Therefore, our study was carried out to determine the healthy lifestyle behaviors and the factors that affect them in nursing students studying at the university in Agri and Artvin. Our descriptive study was conducted with 222 students who accepted to participate in our study in the spring term of 2017-2018 academic year. Statistical analyzes were performed with SPSS package program and the results were expressed as  $p < 0.05$ . The students, university, gender, class, chronic disease status, family type, the family socioeconomic status, people living together, smoking status, weighted food, daily water drinking amount, daily amount of tea drinking, daily meal number, meal skipping status, weighted food place, daily sleep duration, daily step count, regular exercise status and HPLP point averages were examined. It has been determined that the effects of classes, family socioeconomic status, regular exercise and feeding habits on HPLP score averages have a statistically significant effect. ( $P < 0.05$ ).

**Key Words:** Nursing students, healthy lifestyle behaviors, lifestyle.

## 1. GİRİŞ

Sağlık, insanın fiziksel, sosyal, duygusal ve manevi durum gibi yaşamının bütününe etkilemekte olup, yaşam kalitesini içermektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), “Herkes İçin Sağlık” sloganı ile 2000 yılında sağlıklı yaşam biçiminin önemi vurgulamıştır (Cihangiroğlu ve ark., 2011; Edelman ve ark., 1999). Önceleri sağlığı koruma ve geliştirme denilince aklımıza ilk olarak doktorlar, hemşireler ve hastaneler gelmiş olmasına rağmen daha sonra bu algı değişerek insanların sağlıklarının yaşam biçimlerine bağlı olduğu fark edilmeye başlanmıştır (Bozhüyük ve ark., 2012; Özvarış ve ark. 2006). Yaşam şekillerinin değerlendirilmesinde, uyku düzeni, beslenme alışkanlıkları, yaşanılan ortam, sigara kullanımı ve egzersiz büyük öneme sahiptir (Bidlack, 1996). Üniversite öğrencileri çocukluk çağı sonrası erişkin döneme geçme aşamasında olan gruptur. Üniversite eğitiminin başlaması ile

birlikte o zamana kadar alıştıkları ortamdan ayrılmaları, yaşam şekillerini bütünüyle değiştirmektedir. Yeni düzene uyum çabaları yaşam şekillerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu dönemdeki uyku düzenleri, beslenme alışkanlıkları, egzersiz ve sigara gibi birçok etmen yaşamlarının sonraki dönemlerinde ortaya çıkabilecek olan kronik hastalıkların temelini oluşturmaktadır (Yılmaz ve ark., 2007; Mazıcıoğlu ve ark., 2003).

Bireyin sağlığını etkileyen bütün davranışlarını kontrol etmesi, günlük aktivitelerini düzenlerken kendi sağlık statüsüne uygun davranışları seçmesi sağlıklı yaşam biçimi olarak tanımlanmıştır. Sağlık gelişimini olumlu yönde artıran davranışlar, bireyin iyilik düzeyini arttırmakta olup kendini geliştirmeyi sağlayan davranışları içermektedir. Sağlıklı yaşam biçimi davranışları, dengeli ve düzenli beslenme, düzenli egzersiz yapma, sigara kullanmama, sağlık sorumluluğu, stres yönetimi ve hijyenik önlemleri kapsamaktadır (İlhan ve ark., 2010; Stanhope ve ark., 1996).

Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği; 1987 yılında Walker, Sechrist ve Pender tarafından geliştirilmiş olup birey sağlığını geliştiren davranışlarını ölçer. Toplam 52 maddeden oluşan ölçeğin, geçerlik ve güvenilirlik çalışması Türkiye'de 1997'de Nihan Esin tarafından yapılmıştır (Esin, 1996; Arslan ve ark., 2007).

Bizim çalışmamızda, hemşirelik bölümünde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin çocukluktan erişkinliğe geçtiği bu süreçte yaşam koşullarında meydana gelen ciddi değişikliklerin (yeme-içme alışkanlığı, sigara, uyku düzeni vs.) sağlıklı yaşam biçimleri üzerine etkisini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Epidemiyolojik bir bilimsel araştırma olan çalışmamızın evrenini, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu hemşirelik bölümü ve Artvin Çoruh Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik bölümlerine kayıtlı öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmamızın örneklemini ise çalışmamıza gönüllü olarak belirtilen bölümlerde öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmamız, iki üniversitede 2017-2018 eğitim öğretim yılı sürecinde öğrenim gören ve gönüllü olarak katılım sağlayan 222 oluşmaktadır. Oluşturulan kişisel bilgi formu ve sağlıklı yaşam biçim değerlendirme ölçeği (SDYÖ) öğrencilerle yüz yüze görüşülerek doldurulduktan sonra SPSS paket programı ile analizleri yapıldı. Anlamlı çıkan sonuçlar  $p < 0.05$  ile ifade edilirken  $p > 0.05$  olarak ifade edilen sonuçlar anlamsız olduğu kabul edildi.

## 3. BULGULAR

Çalışmamız, 2017-2018 akademik döneminde Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik bölümünde ve Artvin Çoruh Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik bölümünde öğrenim gören öğrencilerden oluşmaktadır. Çalışmamıza katılan öğrenciler, araştırmacılar tarafından hazırlanan ve demografik özelliklerinin belirlenmesinde yardımcı olan soruların yer aldığı kişisel bilgi formu ve sağlıklı yaşam biçimi değerlendirme

ölçeklerini yanıtladılar. Elde edilen veriler ile üniversite öğrencilerinin demografik özellikleri ile SDYÖ puan ortalamalar karşılaştırılmıştır.

**Tablo 1.** Üniversite Öğrencilerinin Demografik Özellikleri ile SYDÖ Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması

<b>Değişkenler</b>	<b>n (%)</b>	<b>Ort ± SS</b>	<b>Önemlilik</b>
<b>Üniversite</b> Artvin Çoruh Üniversitesi Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi	119(53.6) 103(46.4)	126.56±17.26 <b>126.00±18.07</b>	p=0.420
<b>Cinsiyet</b> Kadın Erkek	113(50.9) 109(49.1)	125.89±16.44 <b>126.73±19.69</b>	p=0.707
<b>Sınıf</b> 1.Sınıf 2.Sınıf 3.Sınıf 4.Sınıf	35(15.8) 92(41.4) 51(23.0) 44(19.8)	121.88±13.02 <b>130.21±18.24</b> 124.17±17.15 <b>124.11±20.96</b>	<b>p=0.042</b>
<b>Kronik Hastalık</b> Hastalığı yok Hastalığı var	207(93.2) 15(6.8)	126.42±18.25 <b>124.66±15.89</b>	p=0.719
<b>Aile Tipi</b> Çekirdek Geniş Parçalanmış	166(74.8) 47(21.2) 9(4.1)	126.67±18.91 <b>125.63±15.12</b> 123.00±17.90	p=0.918
<b>Aile Sosyoekonomik Durumu</b> Geliri giderinden az Geliri giderine denk Geliri giderinden fazla	47(21.2) 160(72.1) 15(6.8)	121.42±15.44 <b>126.99±18.50</b> 134.26±18.07	<b>p=0.032</b>
<b>Yaşadığımız Kişiler</b> Aile Yurt Arkadaşlarım ile kirada	41(18.5) 132(59.5) 49(22.0)	125.34±17.26 <b>128.05±18.39</b> 122.40±17.55	p=0.257
<b>Sigara İçme Durumu</b> Evet Hayır	46(20.7) 176(79.3)	122.65±19.90 <b>127.26±17.50</b>	p= 0.196
<b>Ağırlıklı Gıda</b> Karbonhidrat Yağ Protein	163(73.4) 13(5.9) 46(20.7)	125.12±18.41 <b>128.69±14.48</b> 129.82±17.57	p=0.226

<b>Günlük Su İçme Miktarı</b>			
1 Litre	82(36.9)	123.34±17.28	<b>p=0.006</b>
2 Litre	91(41.0)	<b>125.06±16.74</b>	
2 Litre+	49(22.1)	133.57±20.06	
<b>Günlük Çay İçme Miktarı</b>			
1-5 Bardak	171(77.0)	126.80±18.31	p=0.196
5-10 Bardak	42(18.9)	<b>122.92±17.09</b>	
10 Bardak+	9(4.1)	132.66±16.98	
<b>Günlük Öğün Sayısı</b>			
Ana Öğünler	199(89.6)	126.29±17.86	p=0.871
Ana Öğünler ve Ara Öğünler	23(10.4)	<b>126.39±20.27</b>	
<b>Öğün Atlama Durumu</b>			
Evet	154(69.4)	<b>124.29±16.81</b>	<b>p=0.038</b>
Hayır	68(30.6)	130.86±20.05	
<b>Ağırlıklı Yemek Yeri</b>			
Ev	80(36.0)	123.51±16.63	p=0.067
Restaurant	15(6.8)	134.33±16.70	
Yemekhane	127(57.2)	127.11±18.85	
<b>Düzenli Kahvaltı Durumu</b>			
Evet	114(51.4)	129.98±17.82	<b>p=0.002</b>
Hayır	108(48.6)	122.42±17.60	
<b>Günlük Uyku Süresi</b>			
4-6 Saat	45(20.7)	126.30±16.60	p=0.678
6-8 Saat	158(71.2)	126.83±18.47	
8 Saatten Fazla	18(8.1)	121.66±18.43	
<b>Günlük Adım Sayısı</b>			
1000-4000 Adım	98(44.1)	123.65±17.66	<b>p=0.047</b>
4000-8000 Adım	98(44.1)	127.81±16.11	
8000 Adım+	26(11.7)	130.61±24.80	
<b>Düzenli Egzersiz</b>			
Evet	38(17.1)	133.73±18.66	<b>p=0.013</b>
Hayır	184(82.9)	124.77±17.61	

Çalışmaya katılan öğrencilerin üniversite, cinsiyet, sınıf, kronik hastalık durumu, aile tipi, ailenin sosyoekonomik durumu, birlikte yaşadığı kişiler, sigara içme durumu, ağırlıklı tükettiği gıda, günlük su içme miktarı, günlük çay içme miktarı, günlük öğün sayısı, ağırlıklı olarak yemek yedikleri yerler, öğün atlama durumu, ağırlıklı yemek yeri, günlük uyku süresi, günlük adım sayısı, düzenli egzersiz durumu ile SYDÖ puan ortalamalarına bakıldı. Yaptığımız değerlendirme sonucunda, öğrencilerin öğrenim gördükleri üniversite, cinsiyet, kronik hastalık durumu, aile tipi, yaşadığı ortam, sigara tüketimi, ağırlıklı olarak tükettiği gıda, öğün sayısı, uyku süresi gibi faktörlerin SYBDÖ ortalaması üzerine etkisinin olduğu fakat bu etkilerin anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Öğrencilerin sınıfı, ailelerinin sosyoekonomik durumu, günlük su tüketimleri, öğün atlama, düzenli kahvaltı

yapma durumu, günlük adım sayısı ve düzenli egzersiz yapma durumları ile SYDÖ puan ortalamalarına bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır ( $p<0.05$ ).

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Üniversitede öğrenim gören gençlerin ailelerinden ayrılması, arkadaş çevrelerinin değişmesi gibi nedenlerle yaşam şekillerinde birçok değişiklik meydana gelmektedir. Çocukluktan erişkinliğe geçişin olduğu bu dönemde ileride oluşabilecek kronik hastalıkların temeli atılmaktadır. Çalışmamızda, üniversitede öğrenim gören hemşirelik bölümü öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Sağlık disiplininin büyük bir kısmını oluşturacak olan hemşirelik öğrencilerinde yaşam biçimlerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları üzerine etkilerini belirlenmesi amacını taşıdığı için önem arz etmektedir.

Can ve ark. yaptığı çalışmada 4.sınıf öğrencilerinin alt sınıflara göre SYBDÖ ölçeğinin puan ortalaması yüksek bulunmuştur. İlhan N. ve ark. yaptıkları çalışmada da SYBDÖ puan ortalaması 4. sınıftaki öğrencilere göre 1. ve 2. sınıf öğrencilerinde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda ise 3. ve 4. sınıf öğrencilerine göre 1. sınıfta öğrencilerde SYBDÖ ortalamalarının düşük olduğu ve bu düşüşün istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi (Can ve ark., 2008).

Zaybak ve ark. yaptıkları çalışmada, ekonomik durumu iyi öğrencilerin SYBDÖ toplam puan ortalaması, daha düşük gelirli öğrencilerden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise ailelerin sosyoekonomik durumu değerlendirildiğinden geliri yüksek olan ailelerin SYBDÖ ortalaması geliri düşük olan öğrenci ailelerine göre yapılan çalışma ile benzer olarak yüksek olduğu ve istatistiksel olarak anlamlılık arz ettiği belirlendi (Zaybak ve ark. 2004).

Beslenme alışkanlıkları düzenli olan öğrencilerde (düzenli kahvaltı, günlük su tüketimi, öğün atlama vb.) SYBDÖ ortalamasını artırdığını ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi.

İlhan ve ark. yaptıkları çalışmada düzenli egzersizin SYBDÖ ortalamasını önemli düzeyde artırdığını belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmaya benzer olarak düzenli egzersiz ve günlük adım sayısının SYBDÖ ortalamasını artırdığı ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu tespit edildi (İlhan ve ark., 2010).

Sonuç olarak bizim çalışmamız, erişkinliğe geçiş olan üniversite eğitimi sürecinde dışarıdan ve bireysel olarak etkilenen yaşam şekillerinin sağlıklı yaşam biçimleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Araştırmamızın sonucunda, sosyoekonomik durum, pasif içicilik, uyku süresi, beslenme şekli gibi birçok etkenin sağlıklı yaşam biçimi üzerine etkilerine bakılmış olup, belirlenen tüm etkenlerin sağlıklı yaşam biçimi üzerine etkilerinin olduğu belirlendi.

Çalışmamız, 27/04/2018 tarihli ve 10235 sayılı yazısı ile Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Bilimsel Etik Kurulu tarafından etik onamı alınarak yapılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Bidlack W. R. 1996. *Interrelationships of food, nutrition, diet and health: The National Association of State Universities and Land Grant Colleges White Paper*. J Am Coll Nutr. 15, 422-433.
- Bozhüyük A., Özcan S., Kurdak H., Akpınar E., Saatçı E., Bozdemir N. 2012. *Sağlıklı Yaşam Biçimi ve Aile Hekimliği*. Turkish Journal Of Family Medicine And Primary Care. 6 (1), 13-21.
- Can G., Ozdilli K., Erol O., Unsar S., Tulek Z., Savaser S., Ozcan S., Durna Z. 2008. Comparison of the health-promoting lifestyles of nursing and non-nursing students in Istanbul, Turkey. Nurs health Sci, 10(4), 273-280.
- Cihangiroğlu Z, Deveci S.E.. (2011). *Fırat Üniversitesi Elazığ Sağlık Yüksekokulu Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları ve Etkileyen Faktörler*. Fırat Tıp Dergisi, 16: 78-83.
- Edelman CL, Fain JA. Health defined: objectives for promotion & prevention. In: Edelman CL, Mandle CL (Editors). *Health Promotion Throughout the Lifespan*. Philadelphia: Mosby Comp Fourth Ed 1999: 3-24.
- Esin N. 1999. *Sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması*. Hemşirelik Bülteni, 12(45), 87-95.
- İlhan N., Batmaz M., Akhan L.U. 2010. *Üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları*. Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi, Cilt:3, Sayı:3.
- Mazıcıoğlu, M.M., Öztürk A. 2003. "Üniversite 3 ve 4. Sınıf Öğrencilerinde Beslenme Alışkanlıkları ve Bunu Etkileyen Faktörler", Erciyes Tıp Dergisi (Erciyes Medical Journal), 25 (4), 172-178.
- Stanhope M., Lancaster J. 1996. *Community Health Nursing. Promoting Health of Aggregates Families and Individuals*. Mosby Year Book.
- Özvarış Ş.B. 2006. *Sağlık eğitimi ve sağlığı geliştirme*. Güler Ç, Akın L. Halk Sağlığı Temel Bilgiler. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1132-1136.
- Yılmaz E., Özkan S. 2007. *Üniversite Öğrencilerinin Beslenme Alışkanlıklarının İncelenmesi*. Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi. 2(6), 87-104.
- Zaybak A., Fadiloğlu Ç., (2004). *Üniversite öğrencilerinin sağlığı geliştirme davranışı ve bu davranışı etkileyen etmenlerin belirlenmesi*. Ege Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 20(1), 75-79.

## YAŞLI BİREYLERDE SERUM KARBONİK ANHİDRAZ ENZİM SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Esra ŞENTÜRK, Öğr. Gör. Gülpınar ASLAN  
Doç. Dr. Murat ŞENTÜRK**

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Hemşirelik Bölümü,  
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü,  
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi,

### ÖZET

Sağlık, yaşamın bütününe etkileyen ve insanın fiziksel, sosyal, duygusal ve manevi durumları üzerine büyük öneme sahip olan bir olgudur. Aynı zamanda yaşam kalitesinin belirlenmesinde önemli rol almaktadır. Yaşlı nüfusun artması 21. yüzyılda dünyada ve ülkemizde ön plana çıkan demografik olarak en önemli olgulardan biridir. Yaşlı nüfustaki artış beraberinde sağlık bakımına olan gereksinimleri önemli ölçüde arttırmaktadır. Yaşlı bireylerdeki fonksiyonel kapasitede azalma ve kayıp, günlük yaşam aktivitelerini kısıtlamakta bireylerin yarı bağımlı ya da tam bağımlı hale getirmektedir. Dünya Sağlık Örgütü 65 yaş ve üzerini yaşlı nüfus olarak kabul etmektedir. 1970’li yıllarda %4-5 civarında olan yaşlı nüfusu 2015 yılında %8,2’ye yükselmiştir. Bu oranın 2023 yılında ise %10,2’ye çıkacağı tahmin edilmektedir. Yaşlı nüfusun toplam nüfusa olan oranındaki artış sağlık alanında birçok problemi beraberinde getirecektir. Yaşlanmanın getirdiği önemli sağlık sorunları kronik hastalıklardır. Bu hastalıklar erken tanı ile önlenebilir ya da kontrol altına alınabilir. Birçok yaşlı bireyde var olan veya hayatlarının ileri döneminde ortaya çıkabilecek hastalıkların farkına varılamamaktadır. Bunun nedeni hastalıklara bağlı olarak ortaya çıkan semptomları yaşlanma sürecinin doğal bir sonucu olarak düşünmeleri ve göz ardı etmeleridir. Enzimler, canlı ve cansız ortamlarda kimyasal reaksiyonlarda görev alan genellikle protein yapısındaki katalizörlerdir. Proteinlerin en büyük ve spesifik grubunu oluşturmakla birlikte hücre içinde sentezlenirler. Canlılarda meydana gelen tüm reaksiyonlar enzimler tarafından katalizlenir. Hücredeki reaksiyonları hızlandırır ve enzim molekülleri büyük olduğundan hücre zarından kolayca geçemezler. Bu nedenle hücre içinde bulunan enzimler çok az miktarda kana veya diğer vücut sıvılarına geçerler. Kanda ölçülen enzim aktivitesi, enzimin, bulunduğu hücreden kan dolaşımına geçtiği hız ile parçalanma veya inaktivasyon hızı arasındaki dengenin sonucu olarak ölçüm değeri elde edilir. Hücre hasarı olduğunda enzimler hücre dışı sıvılara salınırlar. Bizim çalışmamızda, 18-24 yaş aralığındaki bireylerin ve 60 yaş üzerindeki bireylerden alınan kan numuneleri santrifüj edilerek serum karbonik anhidraz 6 enzim düzeyleri arasındaki farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmamızda 18-24 yaş aralığında 111 genç birey; 60 yaş üstü bireylerde ise 37 kişiden kan alınmıştır. Çalışmamıza katılan bireylerden alınan bireysel onamlardan sonra 2 cc kan EDTA’lı hemogram tüplerine alınarak santrifüj edilmiştir. Çalışmanın yapılacağı güne kadar uygun sıcaklıklarda saklanarak Verpoorte metodu ile serum karbonik anhidraz (CA) enzim düzeyi spektrofotometrik yöntem ile ölçümü yapıldı. Sonuç olarak genç bireyler ve 60 yaş üstü bireylerin serum CA enzim düzeyleri arasında farklılıklar olduğu tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** 60 yaş üstü bireyler, karbonik anhidraz, enzim aktivitesi.



## ABSTRACT

Health is a phenomenon that affects the whole life and has a great importance on the physical, social, emotional and spiritual states of the human being. It also plays an important role in determining the quality of life. The increase of the elderly population is one of the most important demographics in the 21st century in the world and in our country. The increase in the elderly population significantly increases the requirements for health care. The reduction and loss of functional capacity in elderly individuals makes the half-dependent or full dependent of individuals restricting daily life activities. The World Health Organization considers the age of 65 years old and older. The elderly population, which was around 4-5% in 1970s, increased to 8.2% in 2015. It is estimated that this ratio will increase to 10.2% in 2023. The increase in the proportion of the elderly population to the total population will bring many problems in the field of health. The increase in the proportion of the elderly population to the total population will bring many problems in the field of health. The most important health problems caused by aging are chronic diseases. These diseases can be prevented or controlled by early diagnosis. In many elderly people, the diseases that exist or may occur in the later period of their lives cannot be realized. The reason for this is that they consider and ignore the symptoms associated with the disease as a natural consequence of the aging process. Enzymes are generally protein-based catalysts that are involved in chemical reactions in living and non-living environments. They form the largest and specific group of proteins, but are synthesized in the cell. All reactions in living organisms are catalyzed by enzymes. They accelerate the reactions in the cell and cannot easily pass through the cell membrane as the enzyme molecules are large. Therefore, the enzymes in the cell pass into a small amount of blood or other body fluids. The enzyme activity measured in the blood is obtained as a result of the balance between the rate at which the enzyme passes from the cell to the bloodstream and the rate of disintegration or inactivation. When cell damage occurs, enzymes are released into extracellular fluids. In our study, blood samples taken from individuals aged 18-24 and individuals over 60 years of age were centrifuged to determine the differences between serum carbonic anhydrase 6 enzyme levels. In our study, 111 young people aged 18-24 years; Blood samples were collected from 37 people in patients over 60 years of age. After obtaining individual consent from the participants, 2 cc blood was taken into the EDTA tubes and centrifuged. Serum carbonic anhydrase enzyme level was measured by spectrophotometric method by Verpoot method. As a result, it was determined that there were differences in serum carbonic anhydrase 6 enzyme levels among young individuals and individuals over 60 years of age.

**Key words:** Individuals over 60 years, carbonic anhydrase, enzyme activity.

## 1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü 65 yaş ve üzerini yaşlı nüfus olarak kabul etmekte olup bu dönemi yaşlılık olarak tanımlamaktadır (WHR, 1998). 1970'li yıllardan itibaren Türkiye'de yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranı giderek artmaktadır. 1970'li yıllarda %4-5 civarında olan yaşlı nüfusu 2015 yılında %8,2'ye yükselmiştir. Bu oranın 2023 yılında ise %10,2'ye çıkacağı tahmin edilmektedir (TÜİK; Koç I, 2010) Yaşlı nüfusun toplam nüfusa olan oranındaki artış

sağlık alanında birçok problemi beraberinde getirecektir. Yaşlanmanın getirdiği önemli sağlık sorunları kronik hastalıklardır ve bu hastalıklar erken tanı ile önlenabilir ya da kontrol altına alınabilir (TÜİK, 2014; Altınıok, 2016). Birçok yaşlı bireyde var olan veya hayatlarının ileri döneminde ortaya çıkabilecek hastalıkların farkına varılamamaktadır. Bunun nedeni hastalıklara bağlı olarak ortaya çıkan semptomları yaşlanma sürecinin doğal bir sonucu olarak düşünmeleri ve göz ardı etmeleridir. Türkiye’de 2000 yılında bazı hastalıklar ve risk etmenlerini belirlemek için “Sakatlığa Uyarlanmış Yaşam Yılları” (Disability Adjusted Life Year) hesaplanmış ve buna göre iskemik kalp hastalıkları, erkeklerde %8.9 ile ilk sırada, kadınlarda ise %6.9 ile ikinci sırada olduğu tespit edilmiştir. Üçüncü sırada ise hem erkeklerde (%6.3) hem de kadınlarda (%5.5) serebrovasküler hastalıkların olduğu belirlenmiştir (Akgün, 2004; Erdinçler, 2004).

Enzimler, canlı ve cansız ortamlarda kimyasal reaksiyonlarda görev alan genellikle protein yapısındaki katalizörlerdir. Proteinlerin en büyük ve spesifik grubunu oluşturmakla birlikte hücre içinde sentezlenirler. Canlılarda meydana gelen tüm reaksiyonlar enzimler tarafından katalizlenir. Hücredeki reaksiyonları hızlandırır ve enzim molekülleri büyük olduğundan hücre zarından kolayca geçemezler. Bu nedenle Hücre hasarı oluştuğunda enzimler hücre dışı sıvılara salınırlar (Keha, 2008).

İlerleyen yaş ile birlikte ortaya çıkan hastalıkların tamamının yaşlanmanın doğal süreci olmayabilir. Bu nedenle ortaya çıkabilecek olan kronik hastalıkların engellenmesi ya da tedavisi için bizim çalışmamızda 60 yaş üstü bireylerden alınan serum örneklerinde karbonik anhidraz (CA) düzeyine bakıldı.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

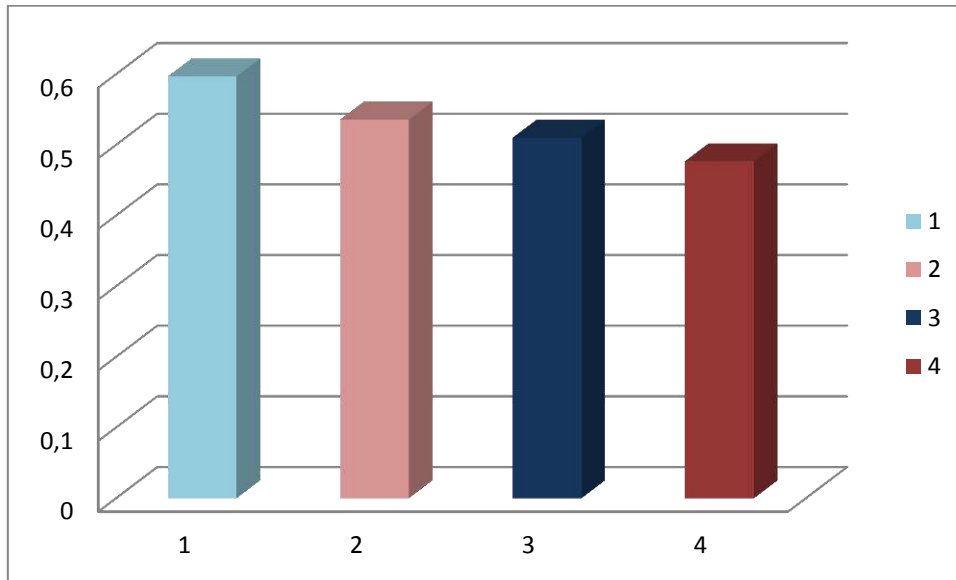
Çalışmamızın evrenini, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu hemşirelik bölümünde öğrenim gören öğrenciler ve Ağrı il merkezinde yaşayan 60 yaş üstü bireyler oluşturmaktadır. Araştırmamızın örneklemini ise çalışmamıza gönüllü olarak katılmayı kabul eden 111 öğrenci ve 37 yaşlı birey oluşturmaktadır. Çalışmamıza katılmayı kabul eden bireyler araştırmacılar tarafından hazırlanan kişisel bilgi formlarını doldurduktan sonra hemogram tüplerine 2cc kan alındı. Alınan kan numuneleri Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarında santrifüj edilerek serumlar ependorflara alındı. Serum örnekleri ölçümlerin yapılacağı güne kadar uygun sıcaklıklarda saklanarak karbonik anhidraz enzim düzeyi Verpoote metodu kullanılarak spektrofotometrik olarak ölçüldü. 18-24 yaş aralığındaki hemşirelik bölümü öğrencilerinden alınan numunelerdeki enzim düzeyleri ile 60 yaş üstü bireylerden alınan serum örneklerinin enzim düzeyleri arasındaki farklılıklar tespit edildi.

## 3. BULGULAR

Çalışmamız, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik bölümünde öğrenim gören 111 öğrenci ve Ağrı İl merkezinde yaşayan 60 yaş üstü 37 bireyden oluşmaktadır. Çalışmamıza katılan öğrenciler 18-24 yaş aralığında olup 54’ü bayan, 57’si ise erkek öğrencidir. 60 yaş üstü bireyler, 19’ u bayan 18’i ise erkek olmak üzere 37 bireyden

oluşmaktadır. Çalışmamıza katılan bireyler, araştırmacılar tarafından hazırlanan ve demografik özelliklerinin belirlenmesinde yardımcı olan soruların yer aldığı kişisel bilgi formunu doldurdular ve daha sonra hemogram tüplerine 2 cc kan alındı. Tüm numuneler toplandıktan sonra öğrenciler ve yaşlı bireyler arasındaki serum karbonik anhidraz enzim aktivite düzeyleri karşılaştırılmıştır.

**Şekil 1.** Genç ve yaşlı bireylerin serum CA değerleri.



Çalışmaya katılan bireylerden elde edilen değerler şekil 1. de gösterilmiştir. 1 numaralı sütunda 0,597 EU/mg protein CA enzim aktivitesi genç erkek bireylerin, 2 numaralı sütunda 0,536 EU/mg protein genç kadın bireylerin CA enzim aktivite düzeyini göstermektedir. 3 numaralı sütunda yaşlı erkeklerin 4 numaralı sütunda ise yaşlı bireylerin CA enzim aktivite düzeyleri gösterildi. Yaşlı erkeklerin enzim aktivite düzeyi 0,510 EU/mg protein iken bayanların 0,477 EU/mg protein olarak belirlendi. Bu sonuçlara göre genç bireylere göre yaşlı bireylerde enzim aktivitesinde düşüş olduğu tespit edildi.

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Karbonik anhidraz (CA) enzimi canlılarda karbondioksitle suyu birleştirerek karbonik asidin sentezlenmesini sağlar. Oluşan karbonik asit ise kendiliğinden  $H^+$  ve  $HCO_3^-$ 'ye ayrışır. Bu sayede solunum yapan dokulardan  $CO_2$  uzaklaştırılmış ve oluşan iyonlarla da bazal denge sağlanmış olur. Bu temel reaksiyon sayesinde canlılarda CA izoenzimleri birçok fizyolojik aktivitelerin gerçekleştirilmesinde spesifik ve vaz geçilemez bir rol oynamaktadır (Senturk, et al., 2012).

Wang ve arkadaşlarının 2015 yılında yaptıkları bir çalışmada kan CA aktivitesinin 40-70 yaş aralığındaki uyku apnesi olan kişilerde yaş arttıkça CA aktivitesinin azaldığını göstermişlerdir (Wang et al., 2012).

Yaptığımız bu çalışma sonucunda yaşlı bireylerin serum CA aktivite sonuçları genç bireylerinkine kıyasla daha az çıkmıştır. Araştırmamıza katılmayı kabul eden yaşlı kadın bireylerin serum CA aktivite düzeyleri 0,477 EU/mg protein çıktı, genç kadın bireylerde ise bu sonuç 0,536 EU/mg protein olarak belirlendi. Erkek bireylerde ise yaşlılarda 0,510 EU/mg protein, gençlerde ise 0,595 EU/mg protein olarak belirlendi.

Bu veriler ışığında yaşlı kadın bireylerin gençlere kıyasla serum CA aktivitelerinin %11,01 düşüşle %88,99 oranında kaldığı ve erkek bireylerde ise %14,57 düşüşle %84,43 seviyesinde olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamız, 26/12/2018 tarihli ve 29512 sayılı yazısı ile Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Bilimsel Etik Kurulu tarafından etik onamı alınarak yapılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Akgün S., Bakar C., Budakoğlu I. 2004. Trends of elderly population in the world and Turkey: Problems and recommendations. Turkish Journal of Geriatrics. 7(2), 105-110.
- Altınok H., Atalay B.I., Önsüz M.F., Işıklı B.. 2016. Yaşlılık döneminde önerilen tarama testleri. TAF Prev Med Bull. (15), 588-595.
- Erdoğan D.S. 2004. Yaşlıda koruyucu hekimlik. Klinik Gelişim. 17(2), 16-24.
- Keha, E.E., Küfrevioğlu, Ö.İ., 2008. Biyokimya. Aktif Yayınevi, 91-95, 118 s, İstanbul.
- Koç I, Eryurt M., Adalı T., Cagatay Seçkiner P. 2010. Türkiye'nin demografik dönüşümü: doğurganlık, aile planlaması, anne-çocuk sağlığı ve beş yaş altı ölümlerdeki değişimler 1968-2008 (Turkey's demographic transition: changes in fertility, family planning, mother and child health and under five mortality 1968–2008). Ankara: Hacettepe University Institute of Population Studies. 2010; 5-17. The World Health Report, Life in the 21st century A vision for all, Geneva 1998. URL: <http://www.who.int/whr/1998/en/> whr98\_en.pdf?ua=1. Erişim Tarihi: 25 Kasım 2018.
- Senturk, M., Cavdar, H., Talaz, O., Supuran C.T. 2012. Carbonic anhydrase inhibitors or activators: small organic molecules as drugs and prodrugs. In: Medicinal Chemistry and Drug Design, Edited by Deniz Ekin. Publisher: IN-TECH. ISBN 979-953-307-678-1. pp 315-328.
- Türkiye İstatistik Kurumu, Demografik göstergeler 2000- 2023, URL: [www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\\_id=1636](http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1636) Erişim tarihi:18.01.2017.
- Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistiklerle Yaşlılar 2014, URL: [www.tuik.gov.tr/IcerikGetir.do?istab\\_id=265](http://www.tuik.gov.tr/IcerikGetir.do?istab_id=265) Erişim Tarihi: 22.11.2018.
- Wang, T., Eskandari, D., Zou, D., Grote, L., Hedner, J.2015. Increased Carbonic Anhydrase Activity is Associated with Sleep Apnea Severity and Related Hypoxemia. SLEEP, 38(7), 164-173.

**BÖBREK KİTLELERİNİN ABDOMİNAL BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ ve  
MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ ve  
PATOLOJİK KORELASYONU**

**Dr. Öğ. Üyesi Elif GÖZGEÇ**

**ÖZET**

Renal hücreli karsinom böbrek solid kitlelerin yaklaşık %80' ini oluşturmakta olup, en sık görülen erişkin kanserlerinden biridir. Son yıllarda renal hücreli karsinomun insidansı özellikle görüntüleme yöntemlerinin sık kullanılması ve semptom vermeyen kitlelerin erken tespiti ile birlikte oldukça artmıştır. İnsidans artışında sigara tüketimi, obezite ve hipertansiyon sıklığının artışı da önemli rol oynamaktadır. Renal hücreli karsinoma klinik ve patolojik davranışları farklı heterojen bir grup kitleyi barındırır. Bunlar içerisinde en sık görüleni berrak hücreli tipi olmakla birlikte diğer ana tipler papiller hücreli, kromofob hücreli olanlardır. Erken teşhis ve tedaviye rağmen mortalite oranında belirgin bir değişim saptanmamıştır. Bu çalışmada abdominal bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapılan hastalarda böbrek kitlelerinin saptanması ve bu kitlelerin patolojik korelasyonu amaçlanmıştır. Retrospektif olarak 2017-2019 yılları arasında merkezimizde abdominal BT ve MRG çekilen hastalar incelenmiştir. Bu hastalar içerisinde yaşları 53-75 arasında değişen (ortalama 67), 68 hastada (47 erkek) solid böbrek kitlesi saptanmıştır. Söz konusu hastalarda yapılan histopatolojik korelasyonda hastaların 45' inde malign kitle belirlenmiş olup, bunların da 41 tanesinde renal hücreli karsinom tanısı konmuştur (33 berrak hücreli, 4 papiller hücreli, 2 kromofob hücreli, 1 miks hücreli, 1 undiferansiye). Dört hastada tanımlanan malign kitleler; metastaz, B hücreli lenfoma, ürotelyal karsinom ve ewing sarkomdur. Benign lezyon belirlenen 23 hastada ise; benign enfektif lezyon (13), onkositom (7), kist hidatik (2) ve metanefrik adenom (1) tespit edilmiştir. Sonuç olarak çalışmamızda görüntüleme yöntemi ile saptanan böbrek kitlelerinde renal hücreli karsinom berrak hücreli tipi başta olmak üzere en sık malign kitlelerin görüldüğü ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Renal hücreli karsinom, berrak hücreli, solid böbrek kitlesi

**ABSTRACT**

Renal cell carcinoma is one of the most common adult cancers and constitutes %80 of kidney solid masses. In the recent decads, the incidence of renal cell carcinoma has increased considerably, especially with the frequent use of imaging methods and early detection of nonsymptomatic masses. Also some epidemic factors such as smoking, obesity and hypertension play role in the increasing incidence of the disease. Renal cell carcinoma consists of a heterogeneous group of masses with different clinical and pathological behaviors. The most common of these are the clear cell type, and the other main types are

papillary cell and chromophobe cells. There was no significant change in mortality rate despite early diagnosis and treatment. The aim of this study was to determine the solid renal masses in patients who underwent abdominal computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging and pathological correlation of these masses. In our study the patients have evaluated retrospectively who underwent abdominal CT and MRI in our center between 2017-2019 years. Solid kidney masses was detected in 68 patients (47 male) between ages of 53-75 years (mean 67). In the histopathological correlation of these patients, malignant mass was determined in 45 of patients and renal cell carcinoma was diagnosed in 41 of them (33 clear cell, 4 papillary cell, 2 chromophobe cell, 1 mixed cell and 1 undifferentiated). The other malignant masses were metastasis, B cell lymphoma and urothelial carcinoma. In 23 patients with benign lesion; benign infectious lesion (13), oncocytoma (7), hydatid cyst (2) and metanephric adenoma (1) were detected. In conclusion, malignant masses especially clear cell type of renal cell carcinoma have been seen mostly in the detected solid kidney masses by imaging methods in our study.

**Key Words:** Renal cell carcinoma, clear cell, solid renal mass

## 1.GİRİŞ

Günümüzde bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi kesitsel görüntüleme yöntemleri oldukça sık kullanılmaktadır. Bu nedenle de böbrek kitleleri semptom vermeden önce ve çok daha küçük boyutlarda rastlantısal olarak belirlenmektedir. Erken saptanabilmesinin yanı sıra sigara, obezite ve hipertansiyon gibi önemli epidemiyolojik faktörlerin artışı ile renal hücreli karsinom insidansında belirgin bir artış görülmektedir. Böbrek kitlelerinin özellikle de 4 cm den küçük boyutta olanların yaklaşık %20 si benign karakterdeyken saptanan kitlenin boyutundaki azalma ile bu oran daha da artmaktadır. (DeRoche vd., 2008; Rothman J vd.,2009). Dolayısıyla böbrekte kitle saptandığında bunun malign olma olasılığı çok daha yüksektir. Renal hücreli karsinom ise böbrekte saptanan malign kitlelerin yaklaşık %90 ını, erişkinlerde görülen kanserlerin ise %2-3 ünü oluşturmaktadır. Genellikle ortalama 65 yaşında tanı konulmakta ve erkeklerde daha sık görülmektedir (Motzer vd.,2011). Renal hücreli karsinomun patolojisi, kliniği ve tedavisi farklı birçok alt tipi bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en sık görüleni berrak hücreli tipidir ki bu da tüm renal hücreli karsinomun yaklaşık %70 ini oluşturur. Bunun dışındaki alt gruplar ise sıklık sırasına göre; papiller hücreli karsinom, kromofob hücreli karsinom, toplayıcı kanal karsinomu ve tanımlanamayan tipleridir (Eble JN vd.,2004; Cheville JC vd., 2003) Böbrekte RCC dışında transizyonel hücreli karsinom, lenfoma, metastazlar gibi diğer malign kitleler de görülebilir. Benign solid kitleler içerisinde en sık görülenler anjiomyolipomlar (özellikle yağdan fakir olanlar) ve onkositomlardır (Woo vd, 2015). Anjiomyolipom en sık görülen benign böbrek kitlesidir. Prevelansı kadınlarda artmış olup genellikle 4-6. dekatlarda ortaya çıkar. Onkositomlar ise böbrek solid kitlelerinin %3-7 sini oluşturur ve benign lezyon olarak düşünülürler. Anjiomyolipoların aksine erkeklerde siktir ve pik yaşı yedinci dekattır. Renal hücreli karsinomun papiller tipi ile görüntüleme ve histolojik bulguları oldukça benzer

olduğundan bu iki tümör “onkositik neoplazmlar” olarak anılırlar(Rosenkrantz vd., 2010; Jinzaki vd.,2014). Abdominal görüntüleme (özellikle de MR) böbrekte saptanan kitlenin benign- malign olma olasılığı hakkında oldukça iyi fikir vermektedir. Farklı kitlelerin birçok görüntüleme bulgularındaki farklılıklar hastanın tedavisini şekillendirmektedir. Ancak bazen RCC'nin subtipleri ile yağdan fakir anjiomyolipomlar ve onkositomlar arasında net ayırım yapılamamaktadır (Bird vd., 2011). Bu çalışmanın amacı böbrekte insidental olarak abdominal CT ve MR ile solid kitlelerin belirlenmesi ve bunların patolojik korelasyonudur.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma için retrospektif olarak 2017-2019 yılları arasında kliniğimizde abdominal CT veya MR görüntüleme yapılan hastalar taranmıştır. Bu hastalar içerisinde böbrekte insidental olarak solid kitle saptanan ve söz konusu kitleye yönelik histopatolojik değerlendirilme yapılan 68 hasta çalışmaya dahil edilmiştir (Şekil 1, Şekil 2). Hastaların 47 si erkek olup yaş aralığı 53-75 (ortalama 65) tir. Hastalarda tanılar primer olup nüks-rezidü tümör söz konusu değildir.

## 3.BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 68 hastanın histopatolojik değerlendirilmesinde; 45' inde malign kitle belirlenmiştir. Malign kitlelerin 41 tanesi RCC olarak raporlanmış olup ( 30 erkek ) subtipleri arasında en sık berrak hücreli tipi görülmüştür (33 hasta). Bunun dışında 4 hastada papiller hücreli tipi, 2 hastada kromofob hücreli tipi, 1 hastada miks hücreli tipi ve 1 hastada da tanımlanamayan tip belirlenmiştir. Tespit edilen diğer malign kitleler; 1 hastada B hücreli lenfoma, 1 hastada metastaz, 1 hastada ewing sarkoma ve 1 hastada da ürotelyal karsinomdur. Benign lezyon tanısı konulan 27 hastada (19 kadın) ; benign enfektif lezyon (13), onkositom (7), kist hidatik (2) ve metanefrik adenom (1) tanımlanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Renal solid kitlelerde hasta sayısına göre patoloji sonuçları.

Renal solid kitleler	Hasta sayısı
<b>Malign kitleler</b>	<b>45</b>
Renal hücreli karsinom	41
Berrak hücreli	33
Papiller hücreli	4
Kromofob hücreli	2
Tanımlanamayan	1
Mikst hücreli	1
Metastaz	1
B Hücreli lenfoma	1
Ewing sarkom	1
Ürotelyal karsinom	1
<b>Benign Kitleler</b>	<b>27</b>
Enfektif lezyon	13
Onkositom	7
Kist Hidatik	2
Metanefrik Adenom	1

#### 4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Böbrek kitleleri geçmişte klasik triad semptomlarını (hematüri, yan ağrısı, palpabl kitle) verdiği saptanırken günümüzde kesitsel görüntüleme yöntemlerinin çok sık kullanılması asemptomatik ve çok küçük kitlelerin erkenden insidental olarak saptanmasına olanak sağlamaktadır. Böbrekte saptanabilen kistik kitlelerin çoğu benign lezyonken saptanan solid lezyonlarda malignite olasılığı çok daha yüksektir. Bu nedenle özellikle de görüntüleme yöntemleri ile net karar verilemeyen olgularda histopatolojik değerlendirme sık yapılmaktadır. Rastlantısal saptanan böbrek solid kitleleri sıklıkla malign olup bunlar içerisinde de en sık RCC nin berrak hücreli tipi görülmektedir. Choi ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada 98 şüpheli renal kitlesi olan hastanın 77 sinde histopatolojik olarak RCC tanısı konulmuş bunlar içerisinde de en sık berrak hücreli tipi saptanmıştır (59 hasta). Taouli ve ark. (2009) renal kitlelerde difüzyon MR ve kontrastlı MR değerleri hakkında yaptıkları çalışmada 109 kistik-solid böbrek kitlesi saptamışlardır. Bu hastaların 81 inde benign lezyon saptanmış olup 10 tanesinde anjiomyolipom, 6 tanesinde onkositom tanımlanmıştır. Yirmi sekiz hastada RCC saptamışlar, 11 inde papiller hücreli, 12 sinde berrak hücreli, 1 inde kromofob hücreli ve 1' inde de tanımlanamayan tip saptamışlardır. Bizim çalışmamızda da bu çalışmalara paralel olarak en sık malign kitleler saptanmıştır. Malign kitleler içerisinde de en sık RCC berrak hücreli tipi saptanmıştır. Saptanan en sık benign kitle ise onkositom olmuştur.



## KAYNAKLAR

DeRoche T, Walker E, Magi-Galluzzi C, Zhou M. Pathologic characteristics of solitary small renal masses: can they be predicted by preoperative clinical parameters? *Am J Clin Pathol* 2008;130(4):560–564

Rothman J, Egleston B, Wong YN, Iffrig K, Lebovitch S, Uzzo RG. Histopathological characteristics of localized renal cell carcinoma correlate with tumor size: a SEER analysis. *J Urol* 2009;181(1):29–33; discussion 33–34 .

Motzer RJ, Agarwal N, Beard C, et al. Kidney cancer. *J Natl Compr Canc Netw* 2011;9(9):960–977.

Eble JN, Sauter G, Epstein JI, Sesterhenn IA, eds. Pathology and genetics of tumours of the urinary system and male genital organs. Lyon, France: IARC Press, 2004.

Cheville JC, Lohse CM, Zincke H, Weaver AL, Blute ML. Comparisons of outcome and prognostic features among histologic subtypes of renal cell carcinoma. *Am J Surg Pathol* 2003;27:612–624.

Rosenkrantz AB, Hindman N, Fitzgerald EF, Niver BE, Melamed J, Babb JS. MRI features of renal oncocytoma and chromophobe renal cell carcinoma. *AJR Am J Roentgenol* 2010;195(6):W421–W427.

Woo S, Cho JY. Imaging findings of common benign renal tumors in the era of small renal masses: differential diagnosis from small renal cell carcinoma—current status and future perspectives. *Korean J Radiol* 2015;16(1):99–113.

Jinzaki M, Silverman SG, Akita H, Nagashima Y, Mikami S, Oya M. Renal angiomyolipoma: a radiological classification and update on recent developments in diagnosis and management. *Abdom Imaging* 2014;39(3):588–604.

Bird VG, Kanagarajah P, Morillo G, et al. Differentiation of oncocytoma and renal cell carcinoma in small renal masses (<4 cm): the role of 4-phase computerized tomography. *World J Urol* 2011;29(6):787–792.

Choi YA, Kim CK, Park SY, Cho SW, Park BK. Subtype differentiation of renal cell carcinoma using diffusion-weighted and blood oxygenation level-dependent MRI. *AJR Am J Roentgenol* 2014;203.

Taouli B, Thakur RK, Mannelli L, et al. Renal lesions: characterization with diffusion-weighted imaging versus contrast-enhanced MR imaging. *Radiology* 2009;251:398–407.

## İN SİTU HİBRİDİZASYON YÖNTEMİ

Arzu GEZER<sup>1\*</sup>, Ebru KARADAĞ SARI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup> Prof. Dr. Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Kafkas Üniversitesi,  
Kars, Türkiye

### ÖZET

İN situ hibridizasyon (ISH) tekniği 1969 yılında tanımlanmış, 1981’de RNA molekülüne uygulanmıştır. Belirli bir nükleik asit dizisinin hücre içerisinde ya da dokuda bulunduğu yeri tespit etmek amacıyla kullanılan bu teknik; özel RNA veya DNA dizilerine bağlanabilen, tamamlayıcı ve işaretli RNA/DNA nükleik asit ipliklerinin kullanıldığı (melezleme) hibridizasyon metodudur. Bu yöntemle nükleik asitlerin kendi hücresel ortamlarında görüntülenmeleri sağlanır.

İN situ hibridizasyon tekniği hücre ve doku kesitlerine, yaymalara ya da mitozda dağılmış kromozomlara doğrudan uygulandığında *in situ hibridizasyon* adını alır. Bu yöntem hücrede özgül bir DNA dizisi (bir gen ya da genin bir bölümü) bulunması durumunda, özgül bir genin okunduğu hücrelerin hangileri olduğunu belirlemek ya da özgül bir kromozomda bulunan bir genin yerini saptamak için idealdir.

Uygun koşullar altında, tek iplikli nükleik asit moleküllerinin tamamlayıcı dizileri ile eşleştirilerek hibrit moleküller oluşturulması temeline dayanan bu yöntem ile DNA veya RNA molekülleri üzerindeki dizilerin belirlenmesi sağlanır. Histolojik dokularda hedef mRNA’nın işaretlenmiş nükleik asit probuyla hibridizasyonu sağlanarak dengeli hibridler oluşturulur ve bu sayede probun yerinin görünür olması sağlanırken, sitolojik preparatlarda; DNA dizilerinin veya genlerin kromozomlar üzerinde direkt yerleşimine olanak tanır. Bu yöntemle ayrı türlerdeki hücre gruplarındaki gen anlatımı çalışmalarında kesin çıkarımlar yapmak mümkündür.

Günümüzde toksikolojik çalışmalarda, kanser araştırmalarında ve kromozom anomalilerinin tespitinde *genetik tanı yöntemi* olarak tercih edilen ve moleküler genetik analizler çok daha hassas olan bu teknik ile minimal rezidüel hastalık (MRD) durumunu saptamak da mümkün olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Moleküler Yöntem, İn Situ, FISH

## IN SITU HYBRIDIZATION METHOD

Arzu GEZER<sup>1\*</sup>, Ebru KARADAĞ SARI<sup>2</sup>

1 Lect. Sec. Health Services Vocational School, Ataturk University, Erzurum, Turkey

2 Dr. Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology,  
Kafkas University, Kars, Turkey

### ABSTRACT

In situ hybridization (ISH) technique was described in 1969 and applied to RNA molecule in 1981. This technique is used to determine the location of a particular nucleic acid sequence in the cell or tissue; (hybridization) hybridization method using complementary and labeled RNA/DNA nucleic acid strands capable of binding to specific RNA or DNA sequences. This method allows nucleic acids to be visualized in their cellular environment.

In situ hybridization technique is called in situ hybridization when applied directly to cell and tissue sections, smears or chromosomes scattered in mitosis. This method is ideal for determining the cells in which a specific gene has been read, or locating a gene located on a specific chromosome, in the case of a specific DNA sequence in the cell (part of a gene or gene).

Under favorable conditions, this method is based on the formation of hybrid molecules by pairing with complementary sequences of single-stranded nucleic acid molecules to provide for identification of sequences on DNA or RNA molecules. Hybridization of the target mRNA with the labeled nucleic acid probe is achieved in histological tissues, creating stable hybrids, thereby allowing the location of the probe to be visible, while in cytological preparations; It allows direct localization of DNA sequences or genes on chromosomes. With this method, it is possible to make definite inferences in gene expression studies in cell types in different species. Today, toxicological studies, cancer research and chromosomal anomalies are preferred as genetic diagnosis method and molecular genetic analysis is much more sensitive with this technique, it is possible to determine the status of minimal residual disease (MRD).

**Keywords:** Molecular Method, In Situ, FISH

## 1. GİRİŞ

İn Situ Hibridizasyon (ISH) tekniği 1969 yılında tanımlanmış, 1981’de RNA molekülüne uygulanmıştır. Belirli bir nükleik asit dizisinin hücre içerisinde ya da dokuda bulunduğu yeri tespit etmek amacıyla kullanılan bu teknik; özel RNA veya DNA dizilerine bağlanabilen, tamamlayıcı ve işaretli RNA/DNA nükleik asit ipliklerinin kullanıldığı (melezleme) hibridizasyon metodudur. Bu yöntemle nükleik asitlerin kendi hücre ortamlarında görüntülenmeleri sağlanır (Kocks ve ark. 2018).

İn Situ Hibridizasyon tekniği hücre ve doku kesitlerine, yaymalara, mitozda dağılmış kromozomlara doğrudan uygulandığında *İn Situ Hibridizasyon* adını alır. Bu yöntem hücrede özgül bir DNA dizisi (bir gen ya da genin bir bölümü) bulunması durumunda, özgül bir genin okunduğu hücrelerin hangileri olduğunu belirlemek ya da özgül bir kromozomda bulunan bir genin yerini saptamak için idealdir (Mukai ve Yasuhiko 2017).

Uygun koşullar altında, tek iplikli nükleik asit moleküllerinin tamamlayıcı dizileri ile eşleştirilerek hibrit moleküller oluşturulması temeline dayanan bu yöntem ile DNA veya RNA molekülleri üzerindeki dizilerin belirlenmesi sağlanır. Histolojik dokularda hedef mRNA’nın işaretlenmiş nükleik asit probuyla hibridizasyonu sağlanarak dengeli hibridler oluşturulur ve bu sayede probun yerinin görünür olması sağlanırken, sitolojik preparatlarda; DNA dizilerinin veya genlerin kromozomlar üzerinde direkt yerleşimine olanak tanır (Beliveau ve ark.2015). Bu yöntemle ayrı türlerdeki hücre gruplarındaki gen anlatımı çalışmalarında kesin çıkarımlar yapmak mümkündür. Günümüzde toksikolojik çalışmalarda, kanser araştırmalarında ve kromozom anomalilerinin saptanmasında *genetik tanı yöntemi* olarak tercih edilir (Mukai ve Yasuhiko 2017).

## 2. İN SİTU (MELEZLEME) HİBRİDİZASYON METODU

Uygun koşullar altında tek iplikli nükleik asit moleküllerinin tamamlayıcı dizileriyle eşleştirilerek hibrit moleküller oluşturulması esasına dayanan hibridizasyonla RNA veya DNA moleküllerindeki özgün dizilerin belirlenmesi hedeflenir. İn situ hibridizasyon prosedürleri, doku örneklerinin hücreler içindeki spesifik nükleik asit dizilerini lokalize etmek için kullanılır (Balajee ve ark. 2018). ISH, enfekte olmuş dokularda ve hücrelerde viral DNA ve RNA, mRNA’lar ve kromozomlar üzerinde genomik diziler dahil olmak üzere çeşitli spesifik nükleik asit dizilerini göstermek için kullanılır (Kocks ve ark. 2018).

Bir dokuda mRNA belirlenebilirse; hangi genin okunduğu, aktif olduğu rahatlıkla anlaşılabilir. İlgilenilen genin okunabilmesi için dokuda mRNA’nın üretilebilmesi gereklidir.

mRNA'nın üretilmesiyle protein üretmek mümkündür (Carter ve ark. 2015, Evyapan ve ark. 2019).

**2.1. İn Situ Hibridizasyon'da Tercih Edilen Problar:** Hücre içindeki DNA, ısı ya da bozucu maddeler kullanılarak denatüre edilir. DNA'nın sarmal haldeki iki iplikçığı birbirinden ayrılır ve tek iplik üzerinde belirlenmek istenen dizinin karşılığını taşıyan DNA ya da RNA parçacığı ile "hibridleştirilmeye" hazır hale gelir. Bu diziye **prob** adı verilir (Tang ve ark. 2015). Birkaç prob tarif edilmiştir. Bu problemler;

*DNA problemleri:* Yüksek oranda aktivasyon özelliğinde olan bu problemler kullanım öncesinde denatürasyon işlemine tabi tutulmalıdır.

**RNA problemleri:**

**Oligonükleotid problemleri:**

**2.2. İn Situ Hibridizasyonda Tercih Edilen Etiketler:** Probu işaretleme amacıyla yapılan etiketleme; antikorlar yardımı ile bağlanmanın gerçekleşmesidir. Prob etiketlemeleri kimyasal veya enzimatik reaksiyonlarla yapılır. En çok tercih edilen etiket Digoxigenindir. Biotin etiketi avidin ile birlikte kullanılır (Beliveau ve ark. 2015). Floresan; etiketleme imkânı sağlar. Tercih edilen etiketlerde en hassas görüntüleme alkalen fosfataz ile olur. Radyoaktif olmayan nükleik asit etiketlerinden biotin en yaygın olarak kullanılanıdır. Antisens RNA (asRNA), mRNA'ları protein sentezini durdurmak amacıyla kullanılabilir (Choi ve ark. 2015).

Etiket (İşaret molekülü)	Tayin	Yorum
Digoksinin	Anti-digoksinin	Endojen işaret molekülleri ile sorun yoktur.
Biotin	Avidin  Streptavidin	Avidin bir glikoproteindir. Yüksek oranda istenmeyen bağlantılara neden olur.  Avidinden daha iyi, fakat büyük bir moleküldür. Dokuya penetrasyonu zayıftır.
Enzim(Peroksidaz, Alkalın Fosfataz)		Büyük konjugatlardır ve zayıf penetrasyona sahiptirler.

**Tablo 1.** En yaygın kullanılan etiket maddeleri

### 2.3. İn Situ Hibridizasyon'un Aşamaları

İn situ hibridizasyon'nun aşamalarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

Biyolojik Materyalin Hazırlanması ve Probu İşaretlenmesi

Denatürasyon  
Hibridizasyon (Melezleme)  
Fiksasyon ve Yıkama  
Sabitleme ve Geçirgenlik

### 3. Floresan İn Situ Hibridizasyon (FISH)

Moleküler ve sitogenetik teknikleri bir araya getiren tekniktir. Standart bantlama yöntemleri yalnızca bir denemede bir hücre için tüm genomu sorgulamada yetersiz kalır. Ancak FISH, kromozomları ve genleri boyamada floresan moleküllerin kullanıldığı bir yöntem olarak bantlama yöntemleriyle birlikte iyi bir değerlendirme sağlar (Pekar-Zlotin 2015). Genomda istenilen DNA bölgesinin floresan veren RNA veya DNA problemleri ile boyanarak “in situ” olarak gözlenmesine imkân tanıyan bir yöntemdir. İnterfaz, metafaz kromozomlarının ve hücre çekirdeğinin değerlendirilmesini sağlar. Bununla birlikte, floresan in situ hibridizasyon genellikle floresan olarak etiketlenmiş oligonükleotid problemlerle kullanılır. Morfolojik olarak muhafaza edilmiş kromozom preparasyonlarına, doku kesitlerine veya fikse edilmiş hücrelere uygulanabilmektedir (Williamson ve ark. 2014).

Floresan işaretleme, in situ hibridizasyon ilkesine göre prob arasında melez bir yapı oluşmasıyla sinyale dönüşen bir işlemdir. FISH, Southern blot tekniği ile aynı görevi yapar. FISH, floresan işaretlerle etiketlenen, tamamlayıcı DNA'ya, bu DNA dizilerinin yerleşimini görebilmek için hibridizasyona uğrayan veya bağlanan tek zincirli DNA (prob) kısa dizilerini gerektiren tekniktir (Özdemir ve ark. 2015). Bu yöntem kromozom aberasyonlarının tanımlanmasında ve gen haritalanmasında kullanılır. Kromozom çalışılmasında tercih edilen birçok yöntem aktif bölünen hücreler gerekirken (metafaz kromozomları), FISH ile bölünmeyen (interfaz nükleusu) hücreler de çalışılabilir (Liew 2016). Metafaz delesyonlarının ve interfaz evresindeki kromozom sayılarının belirlenmesinde ve kromozomların yeniden düzenlenmesinde kullanılır. FISH iyi tanımlanmış uygulamalarla geliştirilmiş olmasına rağmen filtre seçimi doğru yapılmaz ve amaca uygun prob seçilmez ise hatalı denemeler ortaya çıkmaktadır. FISH metodu için interfaz nükleusu veya metafaz kromozomları kullanılarak preparatlar hazırlanmalıdır. Etanol içinde dehidrasyondan sonra 70°C'de DNA denatüre edilir. Etiketli probun denatürasyonu ile hibridizasyon için 4-16 saatte 37°C'de inkübasyon uygulanır (Hu ve ark. 2017).

FISH tekniği; analiz edilecek parçanın bir örnekleme, etanol ve paraformaldehid ile örnek fiksasyonu, floresan etiketli problemlerin hibritlenmesi, hibridize olmayan problemlerin

yıkanması ve son olarak da floresan veya konfokal tarama lazer mikroskopları ile mikroskobik görselleştirmesidir (Williamson ve ark. 2014).

FISH'de hibritleme, sabit hücrelerdeki ribozomal oligonükleotidlere floresan etiketli problemlerin bağlanmasıdır. Melezleme; hedef nükleotitlerin varlığı, floresan etiketli problemler ve hedef nükleotitler ile hibritleme sertliği koşullarına bağlıdır. Hibridizasyonun sertliği, etiketli problemlerin hedef oligonükleotidlere spesifik bağlanması için optimal şarttır. Bu durum sıcaklık, tuz konsantrasyonu ve denatürasyon konsantrasyonu olarak sayılabilir (Pernthaler 2001).

FISH'dan gelişen FISH'nun diğer tipleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ❖ Fiber FISH
- ❖ Multicolor – FISH
- ❖ İki Renkli FISH

### 3.1. Fiber FISH

İnterfazda kısalıp kalınlaşmaya başlayan kromatin iplikler kullanılarak DNA parçalarının floresan boya ile etiketlenmesi sonucunda yüksek çözünürlüklü kromozom haritalaması mümkündür. İnterfaz evresinde birkaç yüz kilobazlık mesafedeki etiketler farklı renklerdeki boya ile işaretlendiklerinde birbirleriyle karşılaştırarak sıraları saptanabilmektedir. Fiber FISH metodu ile incelenen genin çevresindeki genlerin belirlenmesi sonucu çalışılan genin alanda mevcut olup-olmadığı hakkında bilgi edinilebilmektedir (Williamson ve ark. 2014).

### 3.2. Multicolor - FISH

Daha sonraki yıllarda FISH metodunu esas alarak geliştirilmiş bir uygulamadır.

**3.2.1. Spektral karyotipleme (SKY):** Floresan İn situ hibridizasyon çeşitlerinden biri olan bu tekniğin esası; her biri 5 florokromun farklı karışımlarla hazırlanmış 24 farklı kromozom boyama probu ile 24 kromozomun eş zamanlı hibridizasyonu ve tek bir filtreye sahip floresans mikroskopu ile analizine dayanır. Bu yöntem ile 31 farklı hedefin ayırt edilebilmesi ve metafaz plağındaki bütün kromozomların farklı renklerde görüntülenmesi sağlanır (Machado 2015). Hibridizasyonun değerlendirilmesinde ışınım emisyonlarının ölçülmesi etkindir. Kromozomlar kendine ait farklı özellikteki bir dalga boyunda veya floresansta gözlenir. Spektral karyotipleme ile 1,5 Mb'den daha düşük parça değişimleri saptanabilmektedir. Kanserle sebep olan genom değişimleri klinik bantlama yöntemlerine kıyasla daha hassas bir biçimde anlaşılabilir. Nükleik asit dizilerinde veya kromozomda meydana gelen düzenlenmeler kolayca belirlenebilmektedir (Leach ve ark. 2001).

**3.2.2. Multiplex-FISH (M-FISH):** SKY gibi 5 florokromun değişik kombinasyonlarıyla hazırlanmış problemlerin hibridizasyonu ve farklı floresan sinyaller ile anlamaya dayalı yöntemdir. Sadece sentromerler için uygulanan CM-multiplex FISH ve telomerler için uygulanan TM-Multiplex FISH teknikleri mevcuttur (Huc ve ark. 2015).

**3.2.3. Cobra-FISH = (Combined binary ratio = Kombine ikili oran):** Diğer FISH yöntemlerine benzerlik gösterir. Ancak diğer yöntemlerle farklılığı; 4 florokrom kullanılması, 24 kromozomun 12'sinin bir gruba, kalan 12'sinin ise diğer gruba ayrılabilmesidir. İlk grup 3 ayrı florokromla hibridleştirilirken, 2. gruba ek olarak dördüncü bir florokrom kullanılır. Bu teknik, kromozom kollarına özgü boyama sağladığı için 5. florokromla da yapılabilir (Liehr ve ark. 2017).

**Genomik İn Situ Hibridizasyon:** Genom boyunca DNA dizisindeki kopya sayısı değişimlerini analiz eden moleküler sitogenetik metodudur. Bu metod ile amplifikasyon, duplikasyon, insersiyon veya delesyon gibi kromozom anomalilerinin sınıflandırılması, kopya sayısındaki farklılıklar ya da iki farklı DNA örneği arasındaki belirli kromozom parçalarının miktarını belirlemek ve kromozomlar veya DNA üzerinde trizomik ve monozomik bölgelerin saptamak mümkündür (Kaolinimi ve ark. 1992, Balajee ve ark. 2018).

### **3.3. RxFISH = (Cross-species colour = Türler arası renk)**

Prob olarak; insan kromozomu ile homolojisi yaklaşık % 98 benzerlik gösteren gibbon kromozomları kullanılır. Bu yöntem ile hem kromozomlar arası parça değişimleri hem de kromozom içi değişimler belirlenebilmektedir. G-bantlama tekniği ile kullanıldığında 400 kat daha hassas sonuçlar vermektedir (Williamson ve ark. 2014).

### **3.4. Karşılaştırmalı genomik hibridizasyon (CGH)**

İlk kez Kaolinimi ve arkadaşlarının kullandığı bu yöntemde amaç; DNA kopya sayısındaki eksilmeleri veya artışı ortaya koymaktır. Bu sayede kromozomal bozukluklar daha kapsamlı ve detaylı tespit etmek mümkün olmuştur (Kaolinimi ve ark. 1992). CGH tekniği; esasında FISH tekniğine dayanan, farklı floresan boya ile boyanmış, referans ve hasta DNA örneklerinin normal kromozomlara bağlanması ile elde edilen floresan renk farklılıklarını gösteren moleküler sitogenetik tekniktir. Bu yöntem ile hasta DNA'sında belli bir bölgenin amplifikasyonu veya kromozomal kayıp gösterilir (Zhang ve ark. 2018).

İki renkli görüntüleme kullanılması ile metafaz plağı üzerinde kromozom anomalilerinin normal karyotip analizine oranla daha güvenilir saptanabilmesi ve en az iki genomun karşılaştırılmasına imkân tanınması yönünden M-FISH yönteminden daha



avantajlıdır. Referans ve test hücrelerden genomik DNA eldesi ve elde edilen DNA örneklerinin farklı renkte florokromlarla [Cy3 (yeşil) ve Cy5 (kırmızı)], renk farklılıklarına göre kromozomlardaki amplifiye bölgelerin veya kayıpların tespiti ile CGH gerçekleştirilmiş olur (Shalon ve ark. 1996).

### **3.5. Array temelli genomik hibridizasyon (A-CGH)**

Sitogenetik, FISH ve Moleküler Yöntemler Klasik sitogenetik, FISH ve moleküler genetik çalışmalar son yıllarda lösemilerde rutin incelemeler arasına girmiştir. Lösemilerde tanı, sınıflama, prognoz, takip ve tedaviye yanıt kriterleri açısından artık sitogenetik, FISH ve moleküler genetik analizler kullanılmaktadır. Sitogenetik analizde DNA'da >5-10 Mb görülebilen kromozom anomalileri, FISH daha küçük submikroskopik değişiklikleri (1-3 Mb) saptar (Poorman 2015).

### **3.6. İki Renkli FISH**

Bir veya iki farklı prob DNA kullanılarak iki renkli ya da bir renkli FISH yapılması mümkündür. İki-renkli FISH tekniği ile iki farklı modifiye nükleotit ile iki farklı prob DNA'sı işaretlenebilir. Bu problemlerin bir arada aynı metafaz kromozomları üzerinde hibridize olması sağlanır. Böylece bağımsız iki farklı DNA'nın aynı kromozom seti üzerindeki yerleşimi ve dağılımı saptanabilir. Bu şekilde yapılacak analiz başka hiçbir yöntemle tespit edilemeyecek ilişki ve organizasyonu belirlemeye olanak sağlamaktadır (Pekar-Zlotin 2015).

ISH ile viral, fungal ve bakteriyel organizmaların morfolojik olarak tespit edilebilmesi söz konusudur. Bu yöntemin literatürde belirtilen diğer yöntemler olan PCR tekniğiyle Epstein Bar Virüs (EBV) ekspresyonu veya immunohistokimyasal (IHK) yöntem ile EBV latent membran proteinin saptanmasına göre daha geçerli ve daha ideal moleküler bir yöntem olduğu bildirilmiştir. Hızlı sonuç verme avantajı ile ISH, DNA'nın dizi bilgisiyle kromozom biyolojisi arasındaki ilişkinin anlaşılmasında da oldukça aydınlatıcıdır. Bu ilişki, özellikle FISH ve immunofloresan ile birleştirildiğinde, gen ekspresyonunun kontrolü ile kromatin yapısının özelliklerini kombine edebilir.

Günümüzde toksikolojik çalışmalarda, kanser araştırmalarında ve kromozom anomalilerinin tespitinde genetik tanı yöntemi olarak tercih edilen ve moleküler genetik analizler çok daha hassas olan bu teknik ile minimal rezidüel hastalık (MRD) durumunu saptamak da mümkün olabilir.

## **4. KAYNAKLAR**

1. Balajee Adayabalam S. And M. Prakash Hande: "History And Evolution Of Cytogenetic Techniques: Current And Future Applications In Basic And Clinical Research." *Mutation Research/Genetic Toxicology And Environmental Mutagenesis*, 836:3-12, 2018.
2. Beliveau Brian Joseph. *Oligopaints: Highly Programmable Oligonucleotide Probes For Visualizing Genomes In Situ*. Harvard University, 2015.
3. Bogdanovska-Todorovska, Magdalena: "Standardization And Optimization Of Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) For HER-2 Assessment In Breast Cancer: A Single Center Experience." *Bosnian Journal Of Basic Medical Sciences*, 18.2:132, 2018.
4. Carev and Ivana: "Phytochemical And Cytogenetic Characterization Of *Centaurea Solstitialis* L.(Asteraceae) From Croatia." *Chemistry & Biodiversity*, 14:2-E1600213, 2017.
5. Carter Jodi M: "A Novel Chromogenic In Situ Hybridization Assay For FGF23 Mrna In Phosphaturic Mesenchymal Tumors." *The American Journal Of Surgical Pathology*, 39:1- 75-83, 2015.
6. Choi Yun Sik: "In Situ Detection Of Bacteria Within Paraffin-Embedded Tissues Using A Digoxin-Labeled DNA Probe Targeting 16S Rrna." *Journal Of Visualized Experiments: Jove*, 99, 2015.
7. Evyapan, G., Ay, G., Cömertpay, G., & Lüleyap, H. Ü: Tümorenezeisde endoplazmik retikulum stres cevabının rolü. *Cukurova Medical Journal*, 44(1), 241-248, 2019.
8. Hu L, Yin X, Sun J, Zetterberg A, Miao W, Cheng T: A Molecular Pathology Method For Sequential Fluorescence In Situ Hybridization For Multi-Gene Analysis At The Single-Cell Level. *Oncotarget*, 8:31-50534, 2017.
9. Huc T: "Diagnostyka Cytogenetyczna-Kliniczne Zastosowanie W Medycynie Weterynaryjnej." *Życie Weterynaryjne*, 90:10, 2015.
10. Jaouannet Maëlle: "In Situ Hybridization (ISH) In Preparasitic And Parasitic Stages Of The Plant-Parasitic Nematode *Meloidogyne* Spp." *New Phytologist*, 2017.
11. Kaiser-Rogers K.D, Trembath C. R, Miller: "In Situ Hybridization." *Encyclopedia Of The Neurological Sciences*. Elsevier Inc, 699-704, 2014.
12. Kaolinimi Anne: "Comparative Genomic Hybridization For Molecular Cytogenetic Analysis Of Solid Tumors." *Science*, 258:5083- 818-821, 1992.

13. Kocks Christine: "Single-Molecule Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) Of Circular RNA CDR1as." *Circular Rnas*. Humana Press, New York, NY, 77-96, 2018.
14. Kulikova Olga, Carolien Franken, Ton Bisseling: "In Situ Hybridization Method For Localization Of Mrna Molecules In Medicago Tissue Sections." *Functional Genomics In Medicago Truncatula*. Humana Press, New York, NY, 145-159, 2018.
15. Lawce Helen J, Jeffrey S. Sanford: "Fluorescence In Situ Hybridization (FISH)." *The AGT Cytogenetics Laboratory Manual*, 717-831, 2017.
16. Leach Natalia Tszine, Colleen Jackson-Cook: "The Application Of Spectral Karyotyping (SKY) And Fluorescent In Situ Hybridization (FISH) Technology To Determine The Chromosomal Content (S) Of Micronuclei." *Mutation Research/Genetic Toxicology And Environmental Mutagenesis*, 495.1:11-19, 2001.
17. Liehr Thomas, Moneeb AK Othman, Katharina Rittscher: "Multicolor Karyotyping And Fluorescence In Situ Hybridization-Banding (MCB/Mband)." *Cancer Cytogenetics*. Humana Press, New York, NY, 181-187, 2017.
18. Liew Michael: "Validation Of Break-Apart And Fusion MYC Probes Using A Digital Fluorescence In Situ Hybridization Capture And Imaging System." *Journal Of Pathology Informatics*, 7, 2016.
19. Machado António: "Diagnosis Of Bacterial Vaginosis By A New Multiplex Peptide Nucleic Acid Fluorescence In Situ Hybridization Method." *Peerj*, 3: E780, 2015.
20. Mukai, Yasuhiko: "In Situ Hybridization." *Plant Chromosomes*. CRC Press, 155-170, 2017.
21. Nakaya, Masataka: "Visualization Of The Spatial Arrangement Of Nuclear Organization Using Three-Dimensional Fluorescence In Situ Hybridization In Early Mouse Embryos: A New "EASI-FISH Chamber Glass" For Mammalian Embryos." *Journal Of Reproduction And Development*, 63.2:167-174, 2017.
22. Özdemir Kezban, Fulya Dilek Gökalp Muranlı, Martin Orlinov Kanev: "In Situ Hibridizasyon Yöntemleri." *Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 3:2, 2015.
23. Özdemir Sadin: "Isolation Of A Novel Thermophilic Anoxybacillus Flavithermus SO-13, Production, Characterization And Industrial Applications Of Its Thermostable [Alpha]-Amylase." *Journal Of Bioprocessing & Biotechniques*, 5:7-1, 2015.
24. Pekar-Zlotin Marina: "Fluorescence In Situ Hybridization, Immunohistochemistry, And Next-Generation Sequencing For Detection Of EML4-ALK Rearrangement In Lung Cancer." *The Oncologist*, 20.3: 316-322, 2015.

25. Pernthaler Jakob: "Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) With Rna-Targeted Oligonucleotide Probes." *Methods In Microbiology*, 30:207-226, 2001.
26. Poorman Kelsey: "Comparative Cytogenetic Characterization Of Primary Canine Melanocytic Lesions Using Array CGH And Fluorescence In Situ Hybridization." *Chromosome Research*, 23.2: 171-186, 2015.
27. Shalon Dari, Stephen J. Smith, Patrick O. Brown: "A DNA Microarray System For Analyzing Complex DNA Samples Using Two-Color Fluorescent Probe Hybridization." *Genome Research*, 6.7: 639-645, 1996.
28. Singh Anu H. N. Verma, Kavita Arora: "Surface Plasmon Resonance Based Label-Free Detection Of Salmonella Using DNA Self Assembly." *Applied Biochemistry And Biotechnology*, 175.3:1330-1343, 2015.
29. Tang Kathy FJ: "Development Of In Situ Hybridization And PCR Assays For The Detection Of Enterocytozoon Hepatopenaei (EHP), A Microsporidian Parasite Infecting Penaeid Shrimp." *Journal Of Invertebrate Pathology*, 130: 37-41, 2015.
30. Walker Alan W: "16S Rna Gene-Based Profiling Of The Human Infant Gut Microbiota Is Strongly Influenced By Sample Processing And PCR Primer Choice." *Microbiome*, 3.1: 26, 2015.
31. Wang Xiaofang, Hyun Jeong Lim, Ahjeong Son: "Characterization Of Denaturation And Renaturation Of DNA For DNA Hybridization." *Environmental Health And Toxicology*, 29: 2014.
32. Wedi E: "Detection Of Cross-Sex Chimerism In The Common Marmoset Monkey (*Callithrix Jacchus*) In Interphase Cells Using Fluorescence In Situ Hybridisation Probes Specific For The Marmoset X And Y Chromosomes." *Reproduction, Fertility And Development*, 29.5: 913-920, 2017.
33. Williamson Iain: "Spatial Genome Organization: Contrasting Views From Chromosome Conformation Capture And Fluorescence In Situ Hybridization." *Genes & Development*, 28.24: 2778-2791, 2014.
34. Zhang, Chengsheng: "Multicolor Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) Approaches for Simultaneous Analysis of the Entire Human Genome." *Current protocols in human genetics*, 99:1-e70, 2018.
35. Zouari M: "Competitive RNA-RNA Hybridization-Based Integrated Nanostructured-Disposable Electrode For Highly Sensitive Determination Of Mirnas In Cancer Cells." *Biosensors And Bioelectronics*, 91: 40-45, 2017.

## LABORATUVAR HAYVANLARINDA ERKEK ÜREME SİSTEMİ

Arzu GEZER<sup>1\*</sup>, Ebru KARADAĞ SARI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup> Prof. Dr. Veteriner Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Kafkas Üniversitesi, Kars, Türkiye

### ÖZET

Bilimsel kurallara göre tasarlanmış araştırmalarda ve biyolojik çalışmalarda kullanılan hayvanlara deney hayvanı veya laboratuvar hayvanı denir. Daha çok bu hayvanların deney hayvanı olarak tercih edilmelerinin sebeplerini; yetiştirme kolaylığı, karmaşık genetik uygulamaların kolayca yapılabilmesi, gebelik süresinin kısa olması, seksüel siklusun kısa olması, beslenme ve bakımlarının kolay olması, büyük bir yetiştirme alanına ihtiyaç duyulmaması ve uzun yıllar kullanıldığı için bilgi birikiminin yeterli olması şeklinde sıralayabiliriz. Uluslararası Laboratuvar Hayvanları Komitesi'nin yaptığı çalışmaların sonucuna göre; bilginin ortaya konulduğu ülkelerin çoğunda tercih edilen laboratuvar hayvanlarının % 40 – 80'ini farelerin oluşturduğu bildirilmiştir.

Laboratuvar hayvanları deneyde kullanılma sıklığına göre; fare, sıçan= rat, tavşan olarak sıralanabilir.

Erkek üreme sistemi, haploid erkek eşey hücresinin üretimi, beslenmesi ve depolanmasından; erkek seks hormonlarının üretilmesi ve salgılanmasından sorumludur. Erkek üreme sistemi organları; gonad hücrelerini sentezleyen ve androjenleri salgılayan testislerden, bu hücreleri ileten akıtıcı kanallar (tubuli rekti, rete testis, duktuli efferent, duktus epididimis, duktus deferens, duktus ejakulatorius ve üretra) ve bu kanallara açılan yardımcı (eklenik) bezler (prostat bezi, seminal vezikül ve bulboüretal (cowper) bezler) ve dış genital organ olan penisten ibarettir.

Sonuç olarak, erkek üreme sistemi tüm öğeleriyle birlikte hem üreme hem de kaliteli yaşam açısından önemi gözardı edilemeyecek kadar büyüktür. Erkek üreme sisteminin laboratuvar hayvanları arasındaki farklılık ve benzerliklerini ortaya koymaya çalışıldı ancak bu anlamda ayrıntılı çalışmaların yeteri kadar olmadığı görüldü. Bu eksikliklere yönelik ayrıntılı histolojik ve moleküler çalışmalar yapılabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Erkek Üreme Sistemi, Fare, Rat, Tavşan

## MALE REPRODUCTIVE SYSTEM IN LABORATORY ANIMALS

Arzu GEZER<sup>1\*</sup>, Ebru KARADAĞ SARI<sup>2</sup>

1 Lect. Sec. Health Services Vocational School, Ataturk University, Erzurum, Turkey

2 Dr. Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Kafkas University, Kars, Turkey

### ABSTRACT

Animals used in research and biological studies designed according to scientific rules are called experimental animals or laboratory animals. The reasons why these animals are preferred as experimental animals are; ease of cultivation, easy to do complex genetic practices, short pregnancy duration, short cycle of sex, easy feeding and care, no need for a large cultivation area and sufficient knowledge for being used for many years. According to the results of the work of the International Laboratory Animals Committee; in most of the countries where information is presented, 40% to 80% of the preferred laboratory animals were declared to be mice. According to the frequency of laboratory animals used in the experiment; mice, rat, rabbit.

Male reproductive system, production, nutrition and storage of haploid male sex cells; is responsible for the production and secretion of male sex hormones. Male reproductive system organs; gonad cells expressing and androgens secreting testicles that transmit these cells ducts (tubuli rectus, rete testis, duktuli efferent, ductus epididymis, ductus deferens, ductus ejaculatorius and urethra) and opened (attached) glands to these channels (prostate gland, seminal vesicle and bulbouretral (cowper) glands) and external genital penis.

In conclusion, the importance of both male and female reproductive systems in terms of both reproductive and quality life cannot be overlooked. It has been tried to reveal the differences and similarities of the male reproductive system between the laboratory animals but in this sense detailed studies were not enough. It is thought that detailed histological and molecular studies can be performed for these deficiencies.

**Key words:** Male Reproductive System, Mice, Rat, Rabbit

### GİRİŞ

Bilimsel kurallara göre tasarlanmış araştırmalarda ve biyolojik çalışmalarda kullanılan hayvanlara deney hayvanı veya laboratuvar hayvanı denir. Daha çok bu hayvanların deney hayvanı olarak tercih edilmelerinin sebeplerini; yetiştirme kolaylığı, karmaşık genetik uygulamaların kolayca yapılabilmesi, gebelik süresinin ve seksüel sikluslarının kısa olması, beslenme ve bakımlarının kolay olması, büyük bir yetiştirme alanına ihtiyaç duyulmaması ve uzun yıllar kullanıldıkları için bilgi birikiminin yeterli olması şeklinde sıralayabiliriz. Uluslararası Laboratuvar Hayvanları Komitesi'ne göre; tercih edilen laboratuvar hayvanlarının % 40 – 80'ini farelerin oluşturduğu belirtilmiştir (Akman 2007).

Laboratuvar hayvanları deneyde kullanılma sıklığına göre aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Fare

2. Sıçan= Rat
3. Tavşan
4. Kobay

Erkek üreme sistemi, haploid erkek eşey hücresinin üretimi, beslenmesi ve depolanmasından; erkek seks hormonlarının üretilmesi ve salgılanmasından sorumludur. Erkek üreme sistemi organları; gonad hücrelerini sentezleyen ve androjenleri salgılayan testislerden, bu hücreleri ileten akıtıcı kanallar; tubuli rekti, rete testis, duktuli efferent, duktus epididimis, duktus deferens, duktus ejakulatorius ve uretra ve bu kanallara açılan yardımcı bezler; prostat bezi, seminal vezikül ve bulboüretal bezler ile dış genital organ olan penisten ibarettir (Bernal ve ark. 2015).

## TESTİS

Testisler cinsel olgunlaşma ve üreme işlevini etkileyen, steroid hormon üretiminden (steroidogenezis) ve gametlerin üretiminden (gametogenezis) sorumlu olan, ekzokrin ve endokrin işlevleri de olan bir çift organdır. Ekzokrin işlevini; pubertede spermatozoon üretiminin başlaması ve ikincil seks özelliklerinin gelişmesi, endokrin işlevini ise erişkinlerde spermatozoon üretiminin sürekliliği, ikincil seks özelliklerinin korunması ve yardımcı bezlerin işlevlerine etki ederek yerine getirir (Prihatno ve ark. 2018, Constantinescu 2017).

Testisler, funiculus spermaticus adı verilen ve duktus deferensin yanısıra kremaster kası, spermatik arter ve pampiniform plexus venlerini içeren spermatik kordonla skrotum denilen kese içerisinde asılı halde bulunur. Doğuma yakın bir zamana kadar abdomende bulunurlar ancak doğumdan kısa bir süre önce inguinal kanaldan geçerek skrotuma inerler ve bu sayede vücut ısısından 2-3°C altında ısıya sahiptirler (Ross ve Pawlina 2016). Ancak tavşan ve yarasalarda testislerin üreme döneminde skrotuma inip sonra tekrar karın boşluğuna çekildikleri belirlenmiştir (Alves-Lopes ve Stukenborg 2017). Yaban tavşanında ise testislerin Temmuz Eylül ayları arasında skrotumda olduğu, Ekim ve Kasım aylarında kanalis inguinalise doğru çekildikleri bildirilmiştir (Kılınç 2015). İnsanda ve çoğu memeli hayvanda testisler, ovoid şekilli bir çift organ iken sıçanda tek bir kese içinde bulunur ve yuvarlağa yakın bir şekle sahiptir. Sıçanda testislerin kobay ve tavşana oranla daha geride preputium ile anüs arasında anüsü ventralden örttüğü gözlemlenmiştir (Antepli ve Beyaz 2017). Tavşanda testisler, yassı oval bir şekle sahip olup arka bacaklarının arasında vücudun uzun eksenine biraz çapraz pozisyonda, 2 aylık tavşanda az belli olan ve 4-6 aylıklarda belirgin olan skrotum içerisinde yer alır. Ayrıca tavşan testislerinin ergenlik döneminde ileri derece büyüdüğü saptanmıştır (Powers ve ark. 2019). Tavşanda spermatik kordonun kobay ve sıçana oranla daha uzun olduğu ve duktus deferensin korpus epididimisin dorsalinde bulunduğu belirtilmiştir (Antepli ve Beyaz 2017). Kobayda testisler oval şekilli, tavşan ve sıçan testisi ile kıyaslandığında daha büyük, tavşan testisine göre daha dolgun, arka iki bacak arasında ve tek bir kese içinde aynı hizada bulunur. Tavşan, kobay ve sıçanda sol testise ait hemen bütün değerlerin (hormonal ve biyokimyasal) sağdakinden fazla olduğu belirtilmiştir (Antepli ve Beyaz 2017).

Testisler dıştan içe doğru üç katmandan oluşan kapsülle sarılıdır.

-Tunika vaginalis:

-Tunika albuginea:

-Tunika vaskuloza:

**Seminifer Tübül:** Testisin her bir lopçuğunda 1-4 adet bulunan seminifer tübüller, hayvan türlerinin çoğunda 150-300 µm çapında ve 30-70 cm uzunluğunda kör uçlarla başlayan ve rete testis ile sonlanan oldukça kıvrımlı seyreden spermatogenezis olayının gerçekleştiği borucuklardır (Gümüsel 2013). Sıçanlarda yaklaşık 30 ayrı tübül vardır. Erişkin hayvanların testislerinin %80'ini seminifer tübüller oluştururken, geriye kalan %20'sini destekleyici bağ dokusu oluşturur (Wahyuni ve ark. 2018).

Seminifer tübüller çok katlı germinal epitel ile örtülüdür. Bu tübüller arasında kollajen ve retiküler lifler ile çeşitli bağ doku hücrelerinden oluşan gevşek interstisyel bağ dokusu bulunur. Bu bağ dokusu içerisinde fazla miktarda kan ve lenf damarları ve interstisyel hücreler (Leydig hücreleri) bulunur (Li ve ark. 2016).

Bir seminifer tübül dıştan lümenine doğru;

- Lamina propria,
- Bazal lamina ve
- Seminifer epitelden oluşur (Gümüsel 2013).

Lamina propria: Tip I kollajen lifleri, fibroblastları, aktin filamentleri ve miyoid hücreleri bulundurur. Ritmik kasılma aktivitesine sahip olan ve hareketsiz spermlerin rete testise ilerlemesinde yardımcı olan miyoid tabakası; insanlarda ve memelilerde 3-5 sıra iken kemiricilerde tek sıra ve yassı şekilde bir dizilim gösterir (Wahyuni ve ark. 2018). Yaşlılıkla birlikte lamina proprianın kalınlığında artış olur. Bu kalınlaşmaya sperm üretim hızında düşüş ve seminifer tübül boyutlarında genel bir azalma eşlik eder. Erken gelişim döneminde lamina proprianın kalınlaşması ile infertilitenin ilişkili olduğu bildirilmiştir (Li ve ark. 2016).

Bazal lamina: Seminifer tübül kesintisiz bir bazal membrana sahiptir. Elektron mikroskopta genellikle miyoid hücrelerin bazal membranları ile birbirine yakın olarak gözlemlenir (Şahin 2016).

Seminifer epitel: Bazal lamina üzerinde yer alır ve Sertoli hücreleri ile çeşitli evrelerdeki germ hücrelerini bulundurur (Şahin 2016).

### **Sertoli Hücresi**

1865 yılında, İtalyan bilim adamı Enrico Sertoli tarafından keşfedilen, destek hücreleri olarak da bilinen, testisin yüzey epitelinden gelişen, bazal laminadan seminifer tübül lümenine doğru uzanan Sertoli hücreleri prizmatik yapılıdır ve seminifer tübüller içerisindeki tek non-germinal hücrelerdir (Dias ve ark. 2017). Basal kısım, ana gövde, lateral hücre uzantıları ve



apikal hücre yüzeyi olmak üzere 4 bölüme ayrılan bu hücreler morfolojik açıdan da tip A ve tip B olarak adlandırılan iki farklı kategoriye ayrılmıştır. Tip A Sertoli hücrelerinde lümene atılmaya hazır olgun spermatidlerdir ve Sertoli hücresi kripleri arasında ancak oldukça derinlerde, pakiten spermatositler ile yuvarlak spermatidlere yakın bulunur. Bunun aksine tip B Sertoli hücresinde spermatidler yüksekte ve lümene yakın bulunur. Seminifer epitel döngüsünün V. basamağı sırasında görülen Sertoli hücreleri daha çok tip A, VI-VIII. basamakları boyunca görülen Sertoli hücreleri ise tip B Sertoli hücreleri olarak değerlendirilir. Bu durum Sertoli hücre fonksiyonunun, germ hücreleriyle birlikte epitel döngüsünü oluşturmasında oldukça önemlidir (Dimitriadis ve ark. 2015).

Sadece olgunlamamış Sertoli hücreleri çoğalma yeteneğine sahip olduklarından Sertoli hücre sayısı ergenlik öncesi dönemde belirlenmiş olur. Sertoli hücrelerinin proliferasyon dönemleri gibi temel özellikleri türler arasında değişkenlik gösterir. İnsanlarda fetal ya da neonatal dönem ile peripubertal dönemde çoğalırlar (Franca ve ark. 2016). Kemiricilerin Sertoli hücre proliferasyonu fetal ve neonatal dönemde gerçekleşirken rhesus maymunlarının Sertoli hücreleri peripubertal dönemde çoğalır. Sıçanlarda ergin Sertoli hücrelerinin çoğalması fetal hayatın 16. gününde başlar ve doğumdan sonraki 2. günde maksimum seviyeye ulaşır. Doğum sırasında sıçan testisinde 1 milyon Sertoli hücresi mevcuttur ve artan çoğalma aktiviteleri sayesinde doğumdan sonraki 15. günde sayıları yaklaşık 40 milyona dolaylarına gelir. Doğumdan sonraki 15. günden itibaren çoğalma durur ve farklılaşma ve olgunlaşma başlar; bundan sonra yetişkin hayatı boyunca sayılarının sabit kaldığı kabul edilir (Hutson ve Lopez-Marambio2017).

Sertoli hücrelerinin fonksiyonları:

- 1) Gelişmekte olan spermatojenik hücreleri desteklemek, beslemek ve korumak,
- 2) Spermiyogenezin sonunda spermatidler tarafından atılan artık cisimcikleri fagosite etmek,
- 3) Androjen bağlayıcı protein (ABP) salgılamak,
- 4) Olgun spermatidlerin spermiyasyon denilen bir süreç olan seminifer tübül lümenine salımını kolaylaştırmak,
- 5) Seminifer tübül lümenine iyonlardan ve proteinlerden zengin bir sıvı üretip salgılamak.
- 6) İnhibin ve aktivin salgılamak, (İnhibin, FSH salımını üzerinde negatif, aktivin ise pozitif etki gösterir).
- 7) Gelişme sırasında Anti-Müllerian hormon salgılamak ve böylece Müller kanallarının baskılanıp Wolff kanallarının erkek genital boşalma kanallarına farklılaşmasını sağlamak,
- 8) Kan-testis bariyerini oluşturmak (Hutson ve Lopez-Marambio 2017, Aktaş 2017).

Evcil memelilerin testislerindeki Sertoli hücreleri değişen miktarlarda lipid ve glikojen inklüzyonları içerirler. Yapısında mikrofilamanlar, mikrotübüller ve granülsüz endoplazma retikulumu bol miktarda bulunurken, az sayıda granüllü endoplazma retikulumunun olduğu bilinmektedir. Sertoli hücrelerinin çekirdeği olukludur. Erişkin bir erkekte seminifer tübülün

enine kesitlerinde ortalama olarak 10 adet Sertoli hücresi görülür (Şahin 2016). Bu hücreler tübüller boyunca birbirleriyle sıkı bağlantılar “Zonula Occludens”ler, adezyon bağlantıları “Zonula Adherens”ler ve iletişim bağlantıları “Gap Junction” kurarlar ve bu sayede gelişmekte olan spermatozoidleri ve spermatozoidleri otoimmün reaksiyonlardan ve diğer zararlı dış etkenlerden koruyan kan-testis bariyerini oluştururlar. Kan-testis bariyeri seminifer epitelini; iki daimi (bazal ve adluminal) ve bir geçici (ara) olmak üzere 3 alana ayırır (Cheng ve Mruk 2015).

- Bazal alan: Bu alanda spermatogonyumlar, mayozun erken fazındaki spermatozoidler (preleptoten ve leptoten spermatozoidler) bulunur.
- Adluminal alan: Lümeneye yakın olan kısımdır. Bu alan diğer tüm germ hücrelerine ev sahipliği yapar.
- Ara alan: Bazaldan adluminal alana leptoten hücrelerin geçişi sırasında, tight junctionların yıkılması ve tekrar yenilenmesiyle şekillenir. Ara alanın bulunması, bazaldan adluminal alana hücrelerin geçişi esnasında Sertoli hücre bütünlüğünün korunmasını sağlar (Kılınç 2015). Bazal membranla ilişkide olan hücreler sadece Sertoli hücreleri ve spermatogonyumlardır. Daha olgun germ hücreleri Sertoli hücreleri arasındaki boşluklarda yerleşmişlerdir. Bu germ hücreleri olgunlaştıkça lümeneye doğru hareket ederler (Fujitani ve ark. 2016).

Seminifer tübül içinde herhangi bir yerde görülen aynı hücre grubu modelinin ikinci kez görünmesine kadar farklı basamak serileri seminifer epitel döngüsü olarak ifade edilir. Spermatogenezin döngüsel işleyişinde her belirgin hücre kümesi basamak olarak tanımlanır (Morais ve ark. 2013). Her tür için döngüdeki basamak sayısı sabit iken seminifer tübül döngüsünün süresi ve döngü sayısı türlere göre değişiklik gösterir. Örneğin bu sıçanlar için 13 gün 4 döngü, fareler için 6-8 gün 4 döngü ve insanlar için 16 gün 6 döngüdür. Yani insanlarda bir siklusun 6 dönemi görülür ve bir siklus 16 gün sürer. Tavşanlarda bu döngü Swierstra ve Foote (1963) tarafından sekiz evreye ayrılmıştır. İnsanda hücre bileşenleri mozaik bir örüntüde düzensiz yamalar halinde ortaya çıktığı için bu evreler kemirgenlerdeki kadar açık olarak izlenmez (Baysal 2017, Nyongesa ve ark. 2017).

**Spermatogenezis:** Spermatogonyumlardan spermatozoa gelişinceye kadar geçen olaylar dizisi spermatogenezis olarak adlandırılır ve Spermatozoidogenezis, Mayoz Bölünme, Spermioyogenezis olmak üzere 3 aşamada gerçekleşir (Zeleny 2017).

**Spermatozoidogenezis:** Spermatogenezis esnasında spermatogonyumlar mitozla çoğalırlar ve A-spermatogonyumlar, I-spermatogonyumlar (intermediyer), B-spermatogonyumlar ile en sonunda preleptoten primer spermatozoidler oluşur. Primer spermatozoidler bu aşamadan sonra mitozla bölünmezler, germ hücrelerinin sayısını dört katına çıkaran 2 mayoz bölünme geçirirler (Tan 2015). En büyük spermatogonyumlar ve seminifer tübüllerin bazal laminasıyla en geniş teması sağlayan hücreler, A-spermatogonyumlardır. Belirgin bir çekirdekçikleri, soluk ve bulanık görünüşlü çekirdekleri vardır. B spermatogonyumlar çok miktarda kromatin parçacıkları içeren yuvarlak bir çekirdeğe sahiptirler ve birbirlerine sitoplazmik uzantılarla bağlanırlar. B- spermatogonyumların bölünmeleri sonucunda preleptoten primer

spermatozoidler oluşur. Preleptoten primer spermatozoidler yavaş yavaş bazal laminayla bağlantılarını kaybederler ve Sertoli hücrelerinin hücreler arası bağlantılarının aralarından adluminal alana doğru yönelirler (Zahrina 2015, Fouladi ve ark. 2017).

**Spermiyogenezis:** Spermatozoidlerin spermatozoonlara farklılaşmaları spermiyogenezis olarak adlandırılır. Spermiyogenezis sırasında ortaya çıkan en önemli morfolojik değişiklikler; akrozomun oluşması, çekirdek kromatinin yoğunlaşması, hareketli bir kuyruğun büyüyen gelişmesi ve spermatozoid materyalinden daha sonra oluşacak olan spermatozoon için gereksiz olan kısımların kaybıdır. Spermiyogenezis, golgi, kep, akrozomal ve olgunlaşma evrelerinden oluşmaktadır (Vernet ve ark. 2016).

**Spermatozoa:** Uzunlukları yaklaşık olarak 60-75 um arasında değişen spermatozoalar ışık mikroskopunda; baş ve kuyruk olmak üzere iki kısımdan, elektron mikroskopta ise kuyruğun; boyun, orta parça, esas parça ve son parça gibi kısımlardan oluştuğu görülmektedir (Vernet ve ark. 2016).

**Baş:** Türre özgü olan ve buna bağlı olarak da türler arasında hem şekil hem de boyut olarak farklılıklar gösteren spermatozoon başı büyük bir oranda genetik materyali içeren çekirdekle doludur. Başın şeklini nükleusun şekli belirler. Çekirdeğin tepe kısmının 2/3'ü akrozomal kep ile sarıdır ve bu kep çok sayıda hidrolitik ve proteolitik enzimler içerir. Akrozomal enzimler, döllenme esnasında zona pellusida'nın delinmesi için gereklidir. Çekirdeğin esas kısmı kükürttan zengin proteinler içeren bir postakrozomal kılıf ile sarıdır (Vernet ve ark. 2016). Çekirdek zarı sperm başının kaudal yüzeyinde kuyruğun ekleneceği eklem benzeri bir oluk oluşturur (Kim ve ark. 2017).

Başın şeklinin fertilizasyonda önemli olduğu bildirilmiştir (Gorski ve ark. 2016).

İnsanda; baş oval, sınırları düzgün, çekirdek ile akrozomal kepten oluşan pürüzsüz bir görünümündedir. Vakuol sayısı %2'den az ve vakuolun büyüklüğü başın kapladığı alanın %20'sini geçmemelidir (Mortimer 2018).

Tavşanda; baş şekli elips, uzamış, pürüzlü ve düzenli sınırlara sahiptir (Kolesar ve ark. 2018).

Ratlarda; spermatozoonun kafası kanca görünümündedir.

Farelerde ve kobaylarda; spermatozoonun kafası orak şeklindedir (Creasy ve Chapin 2013).

**Kuyruk:** Elektron mikroskop ile kuyruğun; boyun, orta parça, esas parça ve son parça gibi kısımlardan oluştuğu görülmektedir.

**Boyun:** Baş ile orta parça arasında yer alan kısa ve dar bir oluşumdur. Merkezi yerleşimli bir sentriyol ile 9 adet periferde ve uzunlamasına yerleşimli ve orta parçanın dış fibrilleriyle devam eden kalın fibrillerden oluşmaktadır (Stewart ve ark. 2016).

**Orta Parça:** Mikrotübül ve aksiyal filamentin oluşturduğu flagellum yapısındadır. Bu oluşumlar, etraflarından 9 adet uzunlamasına yerleşimli, boyun kısmındaki fibrillerle birleşen ve gittikçe incelen dış fibrillerle kuşatılmışlardır. Bunların etrafları enerji sağlayan

mitokondriyonlarla sarılmıştır. Orta parça plazma membranının yüzük benzeri kalınlaşması, orta parçayla esas parçanın sınırını belirler (Kim ve ark. 2017).

**Esas Parça:** Spermatozoonun en uzun parçasıdır. Aksiyal filament kompleksinin yapısı orta parçanıninkine benzer ve orta parçanın dış fibrilleriyle devam eder. Fibriller büyüklük ve şekil yönünden ara sıra değişikliklere maruz kalır ve esas parçanın sonuna doğru gittikçe incilir (Stewart ve ark. 2016).

**Son Parça:** Sadece aksiyal filament kompleksini içeren fibröz kılıfın son kısmı, son parçanın başlangıcını belirler. Son parçanın proksimalinde bu kompleks kendi karakteristiği olan 9 çift periferik mikrotubulustan oluşmaktadır, ancak distalde bu çiftler teke düşerek değişik seviyelerde son bulur (Garcia-Vazquez ve ark. 2016).

### Testisin İnterstisyel Dokusu

İntertübüler doku veya peritübüler doku olarak bilinen, Leydig hücreleri başta olmak üzere, kan ve lenf damarları, plazma hücreleri, dentritik hücreler, fibroblastlar, makrofajlar ve mast hücrelerini içeren gevşek bağdokudur (Wheeler ve ark. 2018). İntertübüler doku organizasyonunda, türe özgü bazı farklılıklar belirlenmiş ve 3 farklı intertübüler doku yapısı ortaya konulmuştur. Birinci grupta; (kobay, şinşilla, rat ve fare) Leydig hücreleri testiküler yapının küçük bir kısmını oluştururlar ve kan damarlarına yakın olarak paketlenmiş yığınlar oluştururlar. Bununla birlikte intersitisyumun çok büyük bir bölümü yaygın lenfatik sinuzoidlerden oluşur (Ross ve Pawlina 2016). Memelilerin birçoğunu içerisine alan ikinci grupta; (boğa, koç, fil, maymun ve insan) Leydig hücreleri kan damarları ile belirgin bir birliktelik içerisinde değildir ve intertübüler alanlarda merkezi veya ekzantrik olarak yerleşim gösteren lenf damarları tarafından drene edilen ödematöz gevşek bağ doku içerisinde dağılım gösteren değişik boyutlardaki hücre yığınları tarzındadır. Üçüncü grupta; (domuz, zebra ve kör sıçan) ise sıkıca paketlenmiş Leydig hücreleri geniş intertübüler alanlarda dağılım gösterirler ve testiküler yapının %20-%60'ını oluştururlar. Bu türlerde çok az interstisyel bağ dokusu bulunur ve küçük lenfatik damarlara daha az rastlanır (Stevant ve ark. 2018).

### TESTİSİN AKITICI KANALLARI

**Testis İçi Kanallar:** Tubuli Rekti, Rete Testis:

**Testis Dışı Kanallar:** Duktuli Efferent, Duktus Epididimis, Duktus Deferens (Vaz Deferens) ve **Duktus Ejakulatoryus:** Duktus deferens prostata girerek prostatik üretraya ulaşır ve duktus deferensin prostata katılan bölümüne duktus ejakulatoryus denir. Bu bölüm yalnızca duktus deferens mukozasından oluşur. Mukoza dışında kas katmanı bulunmaz. Prostatın içinden geçen ve üretranın prostatik bölümüne açılan kısa kıvrıntılı bir kanaldır (Weinbauer ve ark. 2017, Schimming ve ark. 2015).

**Üretra:** Hem idrarı hem de erkeklerde semeni eksternal üretral açıklıktan dış ortama taşıyan fibromusküler tüptür. Üretranın uzunluğu, yapısı ve işlevi erkek ve kadınlarda farklılık göstermektedir. Erkeklerdeki uzunluğu yaklaşık 20 cm kadardır. Üç kısımdan oluşur;

□ Prostatik üretra: Prostat bezi boyunca mesanenin tabanından geçer ve transizyonel epitel ile döşelidir.

- Memranöz üretra: Eksternal üretral sfinkter üzerindedir ve ya çok katlı ya da yalancı silindirik epiteli ile döşelidir.
- Penil üretra: Penise ait uç kısımdır. Proksimal kısmı silindirik epiteli ile distal kısım ise yassı epitele döşelidir (Drobnis ve Nangia 2017).

## YARDIMCI BEZLER

Prostat bezi, seminal vezikül ve bulboüretral bezler erkek üreme sisteminin yardımcı ve ekzokrin salgı bezleridir. Bezlerin her birinin salgıları farklıdır ve bu salgıların aktiviteleri androjen seviyelerine oldukça hassastır. Prostat ve seminal veziküldeki ağırlık değişimi ve değişen hücresel aktiviteler dolaşımdaki değişen androjen seviyeleri için hızlı ve iyi bir belirleyici olarak kullanılabilir (Drobnis ve Nangia 2017).

**Prostat Bezi:** Prostat, üretra etrafında birçok lobdan oluşmaktadır. Renksiz, seröz salgısını üretraya birçok kanal yardımıyla salgılayan birleşik tübüloalveoler bezdir. Sığıçında, bir çift ventral lob, daha küçük bir dorsal lob ve lateral loblardan oluşmakta ve bu loblar idrar kesesinin boyun kısmında yer almaktadır. Prostatik salgı, ejakülatın % 15-30'unu oluşturmaktadır ve proteolitik enzimler, çinko, inositol, transferin ve sitrik asit içermektedir (Prins 2016, Dere ve ark. 2018).

**Seminal Vezikül:** Duvar yapısı, dışta longitudinal içte sirküler kas tabakasından oluşurken epiteli tek katlı silindirik özelliktedir. Erkek üremesinde önemli bir role sahip olduğu düşünülen seminal vezikül, yeşilimsi beyaz visköz bir sıvı ile dolu, uzun içi oyuk, bilateral bezdir (Ge ve ark. 2005). Bu bez, vas deferens ampullasının yanında yeralır ve ejakülatör kanal aracılığı ile üretraya boşalır. Apeksi yuvarlak olan bez aşağıya doğru koniktir. Seminal vezikül salgısı ejakülatın % 50-80'ini oluşturur ve bu salgının ana bileşeni sitrik asit olup, sperm motilitesi için enerji sağlayan fruktoz, proteinler, C vitamini ve laktoferin içerir (Evans 2015).

**Bulboüretral Bezler (Cowper Bezleri):** Membranöz üretranın arkasında ürogenital diyaframda yerleşmiş, iki adet birleşik tübüloalveoler bezdir. Kanalları penil üretra ile birleşir. Dış yüzünde çizgili kas içeren bağ dokusu kapsül ile kuşatılmıştır. Bu kapsülden ayrılan septumlar organı lobüllere ayırır (Fouladi-Nashta ve ark. 2017). Septumların bağ dokusu elastik liflerden, düz kas ve çizgili kas liflerinden zengindir. Sekretuar bölümü mukus salgılayan tek katlı kübik veya prizmatik epitel ile döşelidir. Sekresyon ürünü kayganlaştırıcı olarak görev yapan berrak bir mukustur, preseminal sıvının büyük bölümünü oluşturur (Sulaiman ve Coey 2018, ).

## PENİS

Penis, bir adet spongiosuz cisim ve bir çift kavernoöz cisimden oluşan erektil bir organdır. Tavşanda penisin pelvisin cranialinde bulunduğunu ve tüylerle örtüldüğünü, kobayda ise penisin tavşan ve sıçan penisine göre daha belirgin olduğu bildirilmiştir (Schradler ve Loreit 2018).

Penisin tabakaları;

Penis Derisi:

Yüzeyel Tabaka:

Tela Subfasialis:

Buck Fasyası:

Tunika Albuginea:

Sonuç olarak, erkek üreme sistemi tüm öğeleriyle birlikte hem üreme hem de kaliteli yaşam açısından önemi gözardı edilemeyecek kadar büyüktür. Erkek üreme sisteminin, laboratuvar hayvanları arasındaki farklılıkları ve benzerlikleri ortaya koyulmaya çalışıldı ancak bu anlamda ayrıntılı çalışmaların yeteri kadar olmadığı görüldü. Bu eksikliklere yönelik ayrıntılı histolojik ve moleküler çalışmalar yapılabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Akmal M, Masyitah D, Hafizuddin H, Fitriani F: Epididimis Dan Perannya Pada Pematangan Spermatozoa. Jurnal Edukasi dan Sains Biologi, 4:2, 2015.
2. Akman, O: Swiss albino ırkı farelerde sperma kalitesinin belirlenmesi amacıyla hos testi sonuçları ve diğer spermatolojik parametreler arasındaki ilişkinin araştırılması (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü), 2007.
3. Aktaş S: Farelerde borik asidin testis dokusunda oksidatif stres ve spermatozoon dna hasarına olan etkisinin saptanması, 2017.
4. Alves-Lopes, J. P., Stukenborg, J. B: Testicular organoids: a new model to study the testicular microenvironment in vitro?. Human reproduction update, 24(2), 176-191, 2017.
5. Anisatuzzahro, A., Luthfi, M. J: Anatomical Study of Male Reproductive Organs of the Indonesian Short-Nosed Fruit Bat (*Cynopterus titthaechilus* Temminck, 1825). Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry, 6(1), 13-17, 2017.
6. Antepli, N., Beyaz, F: The immunohistochemical localization of the vascular endothelial growth factor and its receptors in the testes and epididymis of the rabbit. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 64(4), 289-299, 2017.
7. Aitken, R. J., Gibb, Z., Baker, M. A., Drevet, J., Gharagozloo, P: Causes and consequences of oxidative stress in spermatozoa. Reproduction, Fertility and Development, 28(2), 1-10, 2016.
8. Baysal, F: Anabolik androjenik steroid ile oluşan testis hasarında karnozin ve vitamin E'nin koruyucu etkileri (Master's thesis, ESOGÜ, Sağlık Bilimleri Enstitüsü), 2017.

9. Basu, S., Arya, S. P., Usmani, A., Pradhan, B. S., Sarkar, R. K., Ganguli, N., Majumdar, S. S: Defective Wnt3 expression by testicular Sertoli cells compromise male fertility. *Cell and tissue research*, 371(2), 351-363, 2018.
10. Bernal, R. A. D., Aya, F. A., De Jesus-Ayson, E. G. T., Garcia, L. M. B: Seasonal gonad cycle of the climbing perch *Anabas testudineus* (Teleostei: Anabantidae) in a tropical wetland. *Ichthyological research*, 62(4), 389-395, 2015.
11. Beyaz, F., Bayram, G. K., Alan, E: Pre-pubertal ve Pubertal Dönemlerde Ankara Tavşanı Testis ve Epididimisinde S100 Proteininin İmmunohistokimyasal Lokalizasyonu. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 5(2), 79-85, 2008.
12. Bucci, S., Rizzo, M., Liguori, G., Umari, P., Chiriaco, G., Bertolotto, M: The Testicles: Trauma, Inflammation and Testicular Torsion. In *Atlas of Ultrasonography in Urology, Andrology, and Nephrology* (pp. 493-509). Springer, Cham, 2017.
13. Castro, S. A., Boretto, J. M., Blanco, G., Acosta, J. C: Adjustment of the reproductive activity of vulnerable lizard *Phymaturus williamsi* at high altitudes. *Herpetol Conserv Biol*, 13, 283-93, 2018.
14. Chen, H., Wang, Y., Ge, R., Zirkin, B. R: Leydig cell stem cells: identification, proliferation and differentiation. *Molecular and cellular endocrinology*, 445, 65-73, 2017.
15. Cheng, C. Y., Mruk, D. D: Biochemistry of Sertoli cell/germ cell junctions, germ cell transport, and spermiation in the seminiferous epithelium. In *Sertoli cell biology* (pp. 333-383). Academic Press, 2015.
16. Constantinescu, G. M: Anatomy of the Reproductive System. Animal Models and Human Reproduction, 1. spermiation in the seminiferous epithelium. In *Sertoli Cell Biology (Second Edition)* (pp. 333-383), 2017.
17. Cooper, T. G: *The epididymis, sperm maturation and fertilisation*. Springer Science & Business Media, 2012.
18. Creasy, D. M., ve Chapin, R. E: Male reproductive system. In *Haschek and Rousseaux's Handbook of Toxicologic Pathology* (pp. 2493-2598). Academic Press, 2013.
19. Dere, E., Anderson, L. M., Huse, S. M., Spade, D. J., McDonnell-Clark, E., Madnick, S. J., Boekelheide, K: Effects of continuous bisphenol A exposure from early gestation on 90 day old rat testes function and sperm molecular profiles: A CLARITY-BPA consortium study. *Toxicology and applied pharmacology*, 347, 1-9, 2018.
20. Dias, T. R., Alves, M. G., Silva, J., Barros, A., Sousa, M., Casal, S., Oliveira, P. F: Implications of epigallocatechin-3-gallate in cultured human Sertoli cells glycolytic and oxidative profile. *Toxicology in Vitro*, 41, 214-222, 2017.
21. Dimitriadis, F., Tsiampali, C., Chaliasos, N., Tsounapi, P., Takenaka, A., Sofikitis, N. The Sertoli cell as the orchestra conductor of spermatogenesis: spermatogenic cells dance to the tune of testosterone. *Hormones*, 14(4), 479-503, 2015.

22. Drobniš, E. Z., Nangia, A. K: Male Reproductive Functions Disrupted by Pharmacological Agents. In *Impacts of Medications on Male Fertility* (pp. 13-24). Springer, Cham, 2017.
23. Evans, T. J: Reproductive toxicity and endocrine disruption of potential chemical warfare agents. In *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents* (pp. 599-613). Academic Press, 2015.
24. Ezgi, Ö., Tugba, Y. E., Elif, G., Zehra, S., Alper, O., Gül, Ö: Gliclazide alone or in combination with atorvastatin ameliorated reproductive damage in streptozotocin-induced type 2 diabetic male rats. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 2019.
25. Fietz, D., Bergmann, M: *Functional Anatomy and Histology of the Testis. Endocrinology of the Testis and Male Reproduction*, 1-29, 2017.
26. Fouladi-Nashta, A. A., Raheem, K. A., Marei, W. F., Ghafari, F., Hartshorne, G. M: Regulation and roles of the hyaluronan system in mammalian reproduction. *Reproduction*, 153(2), R43-R58, 2017.
27. Franca, L. R., Hess, R. A., Dufour, J. M., Hofmann, M. C., Griswold, M. D: The Sertoli cell: one hundred fifty years of beauty and plasticity. *Andrology*, 4(2), 189-212, 2016.
28. Fujitani, K., Otomo, A., Wada, M., Takamatsu, N., Ito, M: Sexually dimorphic expression of *Dmrt1* and  $\gamma$ H2 AX in germ stem cells during gonadal development in *Xenopus laevis*. *FEBS open bio*, 6(4), 276-284, 2016.
29. Garcia-Vazquez, F. A., Gadea, J., Matas, C., Holt, W. V: Importance of sperm morphology during sperm transport and fertilization in mammals. *Asian journal of andrology*, 18(6), 844, 2016.
30. Ge RS, Dong Q, Sottas CM, Chen H, Zirkin BR, Hardy MP: Gene expression in rat leydig cells during development from the progenitor to adult, *Biol. Reprod.* 104.037499, 2005.
31. Gümüşel A. Adolesan çağıdaki sıçanların epididiminden alınan spermelere ve testis leydig hücrelerine sigara dumanının ve kurkumin antioksidanının etkilerinin mikroskopik incelenmesi (tez). İstanbul. İstanbul Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2013.
32. Górski, K., Kondracki, S., Wysokińska, A., Nazaruk, A: The importance of ejaculate volume for the physical parameters of ejaculates and sperm morphology of Hypor boars. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 22, 493-501, 2016.
33. Hutson, J. M., Lopez-Marambio, F. A: The possible role of AMH in shortening the gubernacular cord in testicular descent: A reappraisal of the evidence. *Journal of pediatric surgery*, 52(10), 1656-1660, 2017.



34. Kashmiri, Z. N., Dighade, S. W., Gotmare, V. V: Histopathological Effect of Chemotherapeutic Agent Cyclophosphamide on The Cauda Epididymis of Male Albino Rat (*Rattus norvegicus*). RESEARCH JOURNEY, 62, 2016.
35. Kılınc, L: Metotreksatin neden olduğu testis hasarına karşı curcuminin koruyucu etkisinin incelenmesi (Master's thesis, Trakya Üniversitesi), 2015.
36. Kim, K. W., Bennison, C., Hemmings, N., Brookes, L., Hurley, L. L., Griffith, S. C., Slate, J: A sex-linked supergene controls sperm morphology and swimming speed in a songbird. *Nature ecology & evolution*, 1(8), 1168, 2017.
37. Kolesar, E., Tvrda, E., Halenar, M., Schneidgenova, M., Chrastinova, L., Ondruska, L., & Kolesarova, A: Assessment of rabbit spermatozoa characteristics after amygdalin and apricot seeds exposure in vivo. *Toxicology reports*, 5, 679-686, 2018.
38. Kuzelova, L., Vasicek, J., Chrenek, P: Influence of macrophages on the rooster spermatozoa quality. *Reproduction in domestic animals*, 50(4), 580-586, 2015.
39. Lebelo, S. L., van der Horst, G: Histological and Ultrastructural Features of the Leydig Cells and their Association with other Testicular Cells of the Vervet Monkey, *Chlorocebus aethiops*. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(5), 1595-1601, 2017.
40. Li, X., Wang, Z., Jiang, Z., Guo, J., Zhang, Y., Li, C., Ge, R: Regulation of seminiferous tubule-associated stem Leydig cells in adult rat testes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(10), 2666-2671, 2016.
41. Li, C., Gao, S., Chen, S., Chen, L., Zhao, Y., Jiang, Y., Zhou, X: Differential expression of micro RNA s in luteinising hormone- treated mouse TM 3 Leydig cells. *Andrologia*, 50(1), e12824, 2018.
42. Lerner, S. E., Melman, A., Christ, G. J: A review of erectile dysfunction: new insights and more questions. *The Journal of urology*, 149(5), 1246-1255, 1993.
43. Levine, K. L: No penis, no problem. *Fordham Urb. LJ*, 33, 357, 2005.
44. Mahfud, M., Winarto, A., Nisa, C: MIKROMORFOLOGI ALAT KELAMIN PRIMER BIAWAK AIR (*Varanus salvator bivittatus*) JANTAN (Micomorphological Structure of Primary Reproductive Organ of Male Water Monitor Lizard (*Varanus salvator bivittatus*)). *Jurnal Kedokteran Hewan*, 10(1), 72-76, 2016.
45. Morais, D. B., Cupertino, M. C., Goulart, L. S., Freitas, K. M., Freitas, M. B., Paula, T. A., Matta, S. L: Histomorphometric evaluation of the *Molossus molossus* (Chiroptera, Molossidae) testis: The tubular compartment and indices of sperm production. *Animal reproduction science*, 140(3-4), 268-278, 2013.
46. Morrow, S., Gosálvez, J., Lopez-Fernandez, C., Arroyo, F., Holt, W. V., Guille, M. J: Effects of freezing and activation on membrane quality and DNA damage in *Xenopus tropicalis* and *Xenopus laevis* spermatozoa. *Reproduction, Fertility and Development*, 29(8), 1556-1566, 2017.

47. Mortimer D: The functional anatomy of the human spermatozoon: relating ultrastructure and function. *MHR: Basic science of reproductive medicine*, 24(12), 567-592, 2018.
48. Naz, M., Kamal, M: Classification, causes, diagnosis and treatment of male infertility: a review. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 17(2), 89-109, 2017.
49. Nicander, L., Plöen, L: Studies on regional fine structure and function in the rabbit epididymis. *International Journal of Andrology*, 2(1- 6), 463-481, 1979.
50. Nyongesa, A., Patel, N., Wango, E., Onyango, D: High Khat Dose And Long-Term Exposure Impairs Spermatogenesis: Experimental Study Using Rabbit Model. *J. Morphol*, 34(3), 156-167, 2017.
51. Oliveira, S. C. R. D: Estudo Da Morfogênese Testicular A Partir Da Avaliação De Xenoenxertos De Células Testiculares De Catetos (Tayassu Tajacu) E Suínos (Sus Domesticus) Em Modelo De Camundongos Imunodeficientes (Doctoral Dissertation), 2017.
52. Prihatno, S. A., Padeta, I., Larasati, A. D., Sundari, B., Hidayati, A., Fibrianto, Y. H., Budipitojo, T: Effects of secretome on cisplatin-induced testicular dysfunction in rats. *Veterinary world*, 11(9), 1349, 2018.
53. Prins, G. S: The Endocrine Society Centennial: Hormones and Apoptosis in the Prostate Gland... Live and Let Die, 2016.
54. Powers, S. A., Odom, M. R., Pak, E. S., Moomaw, M. A., Ashcraft, K. A., Koontz, B. F., Hannan, J. L: Prostate-Confined Radiation Decreased Pelvic Ganglia Neuronal Survival and Outgrowth. *The journal of sexual medicine*, 16(1), 27-41, 2019.
55. Rodriguez, I. M., Cuevas, M., Silvero, A., Cañete-Portillo, S., Sanchez, D. F., Barreto, J., Cubilla, A. L: Novel Histologic Finding: Adipose Tissue Is Prevalent Within Penile Tunica Albuginea and Corpora Cavernosa. *The American journal of surgical pathology*, 41(11), 1542-1546, 2017.
56. Ross, M. H., Pawlina, W., Barnash, T. A: Atlas de histologia descritiva. Artmed Editora, 2016.
57. Sulaiman, S., Coey, J: Male and Female Reproductive Anatomy. *Clinical Reproductive Science*, 35-44, 2018.
58. Schimming, B. C., Pinheiro, P. F. F., de Matteis, R., Machado, C. M., Domeniconi, R. F: Immunolocalization of Aquaporins 1 and 9 in the ram efferent ducts and epididymis. *Reproduction in domestic animals*, 50(4), 617-624, 2015.
59. Schrader, J., Loreit, F: Professionalisierung bei Lehrkräften der Erwachsenen-und Weiterbildung: Individuelle und kollektive Perspektiven. In *Das Personal in der Weiterbildung* (pp. 283-308). Springer VS, Wiesbaden, 2018.

60. Stevant, I., Papaioannou, M. D., Nef, S: A brief history of sex determination. *Molecular and cellular endocrinology*, 2018.
61. Stewart, K. A., Wang, R., Montgomerie, R: Extensive variation in sperm morphology in a frog with no sperm competition. *BMC evolutionary biology*, 16(1), 29, 2016.
62. Swierstra, E. E., Foote, R. H: Cytology and kinetics of spermatogenesis in the rabbit. *Journal of reproduction and fertility*, 5(3), 309-NP, 1963.
63. Şahin, T. C: Testiste oluşturulan iskemi reperfüzyon modelinde montelukast'ın koruyucu etkisi (Master's thesis, ESOGÜ, Sağlık Bilimleri Enstitüsü), 2016.
64. Jefferson, M: On Michael Jackson. Granta Books, 2018.
65. Pinder, S. O: Michael Jackson and the Quandary of Black Identity. In Michael Jackson (pp. 51-63). Routledge, 2017.
66. Tan, S: Varikoselli Sıçanlarda Spermatojenik Kök Hücrelerin Durumunun İmmünohistokimya Teknikleri İle Belirlenmesi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü), 2015.
67. Tremblay, J. J: Molecular regulation of steroidogenesis in endocrine Leydig cells. *Steroids*, 103, 3-10, 2015.
68. Vernet, N., Mahadevaiah, S. K., Decarpentrie, F., Longepied, G., de Rooij, D. G., Burgoyne, P. S., & Mitchell, M. J: Mouse Y-encoded transcription factor Zfy2 is essential for sperm head remodelling and sperm tail development. *PLoS One*, 11(1), e0145398, 2016.
69. Wahyuni, S., Gholib, G., Adnyane, I., Agil, M., Hamny, H., Agungpriyono, S., Yusuf, T. L: Characterization of Seminiferous Epithelium Stages in the Wild Javan Muntjac (*Muntiacus muntjak muntjak*) Using the Tubular Morphology Method. *Veterinary Medicine International*, 2018.
70. Weinbauer, G. F., Hoffmann, G., Luetjens, C. M: Options For Enhanced Analysis Of Spermatogenesis In The Nonhuman Primate Model. In *International Journal Of Toxicology* (Vol. 36, No. 1, Pp. 60-60). 2455 Teller Rd, Thousand Oaks, Ca 91320 Usa: Sage Publications Inc, 2017.
71. Wheeler, K. M., Sharma, D., Kavoussi, P. K., Smith, R. P., Costabile, R: Clomiphene Citrate for the Treatment of Hypogonadism. *Sexual medicine reviews*, 2018.
72. Zahrina, A. D: Uji Aktivitas Antifertilitas Ekstrak Etanol 96% Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees.) Pada Tikus Jantan Galur Sprague-Dawley Secara In Vivo, . 2015.
73. Zeleny, T: *Minoritni clenove tubulinove superrodiny*, 2017.

**YAŞLI VE ENGELLİ BAKIMI ÖĞRENCİLERİNİN ÖLMekte OLAN  
BİREYE BAKIM VERMEYE İLİŞKİN TUTUMLARI**

**Öğr. Gör. Elif KANT, Öğr.Gör. Serpil ÖZMEN**

**Atatürk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,**

**Atatürk Üniversitesi Narman Meslek Yüksekokulu**

**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı yaşlı ve engelli bakımı öğrencilerinin, ölmekte olan bireye bakım vermeye ilişkin tutumlarını incelemektir. Tanımlayıcı tipte planlanan bu çalışma 2019 Şubat ayında Atatürk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu'nda gerçekleştirildi. Çalışma 114 öğrenci ile yapıldı. Araştırmada veri toplama aracı olarak tanıtıcı özelliklerin yer aldığı anket formu ve Frommelt Ölmekte Olan Hastanın Bakımına İlişkin Tutum Ölçeği (FATCOD) kullanıldı. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler, Mann Whitney U ve Kruskal Wallis testi kullanıldı. Çalışmaya katılan öğrencilerin % 64'nün yaşam sonu bakım hakkında bilgi aldığı, 57.9'nun klinik uygulamada ölüm olgusuyla karşılaştığı, % 70.2'sinin ölmekte olan hastanın fiziksel bakımını vermekte ve hastalara dokunmakta zorluk yaşadığı, 73.7'sinin ölmekte olan hastaya bakım verirken keder ve üzüntü yaşadığı, %78.9'nun daha önce ölüm olgusuyla karşılaştığı tespit edildi. FATCOD tutum ölçeği puan ortalaması yüksek bulundu. Öğrencilere ölmekte olan bireyin bakımına ilişkin eğitimlerin sürekliliğinin ve güncelliğinin sağlanarak verilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Ölüm Tutumu, Öğrenci

**METHODS:** This descriptive study was carried out in Atatürk University Health Services Vocational School in February 2019. The study was carried out with 114 students. The questionnaire and the Attitude Scale Regarding Care of Frommelt Dying Patients (FATCOD) were used as data collection tools. Descriptive statistics, Mann Whitney U and Kruskal Wallis test were used to evaluate the data. Of the students participating in the study, 64% 'received information about end-of-life care, 57.9 experienced death in clinical practice; while grief and sadness were experienced, 78.9% were found to have previously faced death. The mean score of the FATCOD scale was found to be high. It is thought that it will be beneficial to provide continuity and up-to-date training of the care of the dying individual.

**Key Words:** Death Attitude, Student

## 1.GİRİŞ

Ölüm, insanların yaşamında başa çıkmak zorunda kaldıkları önemli olaylardan birisi olup, yaşayan tüm organizmaların paylaştıkları evrensel ve kaçınılmaz bir gerçektir ve bireyin psikolojik, fizyolojik anlamdaki son evresidir.(Gençtürk, Ay, & Gençtürk, 2013; Figen İnci & Öz, 2012) Hayatın bitişini ifade eden ölüm, yaşamın ayrılmaz bir parçası olmakla birlikte, varoluşu tehdit eden, zorunlu olan ve hayatı sınırlayan bir kavramdır. (Karaca, 2000)

Ölümle her an iç içe olan insan, ölüm kavramını düşünerek ölüme ilişkin tutumlar geliştirmiştir.(Bilge, Embel, & Kaya, 2013) Ölüm bireyin birebir deneyimledikten sonra tutum geliştirdiği olgu değil, başkalarının deneyimlerinden yola çıkarak ve birçok etkenle sentezleyip bir tutum geliştirdiği durumdur. Bu da her birey için farklı bir ölüm algısı demektir. (F İnci, 2008) Bireyin ölüm olgusuna karşı tavrı, onun duygusal yeteneği, dini inançları, etnik ve toplumsal yapısıyla ilgili olarak değişebilmektedir. (Aksu & Okçay, 2010) Bazıları için bir stres kaynağı, bazıları için ise stresten kurtulmanın yolu olabilmekte; bazılarında göre bir yok oluş iken, bazılarında göre de ölümsüz bir yaşamın başlangıcı olarak değerlendirilmektedir.(F İnci, 2008)

Sağlıkla ilgili mesleklerde çalışan bireyler ölüm ve ölmekte olan hasta ile sürekli karşılaşmak zorundadırlar. Ölümü yaklaşan hastaların bakımı ve ölüm olayı sağlık personelinin en zor yönlerinden biridir.(Erdemir, 2005) Bu nedenle, sağlık personelinin bu hastaların bakımında, hastanın duygusal ve fiziksel gereksinimlerini karşılayabilmek için gerekli bilgi, beceri ve tutuma sahip olmalı, hasta ve ailesine etkili psikososyal destek sağlayabilmek için kendi duygularını tanıması gerekmektedir. (Çakırcalı, 2000) Ölümü yaklaşan bireye fiziksel, ekonomik, psikolojik ve sosyal destek sağlama sorumluluğu, sağlık bakım profesyonelleri ve bakım vericiler için önemli bir stres kaynağıdır. Ölümü yaklaşan hastalara bakım vermek sağlık çalışanları için sıklıkla duygusal olarak acı veren, üzüntülü bir deneyim olmakta (Bildik, 2013) ve bakım verdikleri hastalarının ölümü karşısında korku, kaygı, suçluluk, depresyon, başarısızlık ve çaresizlik gibi duyguları yaşayabilmekte ve bu hastaların bakımında yetersiz kalmaktan ve başarısız olmaktan korkmaktadırlar. (Akdemir & Birol, 2004; Gençtürk et al., 2013; Ölüm, 2010)

Ölmekte olan hastaya bakım vermeye yönelik bilgi ve beceriler öğrencilik yıllarında şekillenmektedir. Yaşlı ve engelli bakımı öğrencileri de klinik uygulamalarda ölmekte olan hastalarla karşılaşmakta ve bu hastalara bakım verme sürecini öğrenmektedirler. Öğrencilerin

ölüme ilişkin olumlu tutum geliştirmeleri ölüm sürecinde olan hastaların ölüm hakkındaki korku ve endişelerini gidermelerini, hastalara birey olarak yaşamın son anında huzurlu ve güvenli bir ortamda saygıdeğer bir ölüm sunabilmelerini ve aile üyelerine ölüm sonrası kayıp ve yas sürecinde destek olabilmelerini sağlar. Aynı zamanda geliştirilen olumlu tutumlar öğrencilerin olumsuz duygular yaşamamalarını, etkili başa çıkma düzenekleri geliştirebilmelerini ve etkin bakım verebilmelerini sağlar. Olumsuz tutumlar ise hastaya verilen bakımın kalitesini düşürür ve hastanın hak ettiği huzurlu ve rahat bir ölümü engeller. (Eues, 2007; Frommelt, 2003) Bu nedenle öğrencilerin mesleki hayata geçmeden ölüme karşı davranışlarının, tutumlarının ve tutumlarını etkileyebilecek duygu ve düşüncelerin incelenmesi önemlidir.

Bu çalışma, yaşlı ve engelli bakımı öğrencilerinin ölmekte olan hastalara bakım vermeye yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

### **Araştırma Sorusu**

Yaşlı ve engelli bakımı öğrencilerinin ölmekte olan bireye bakım vermeye ilişkin tutumları olumlu mu?

Sosyo-demografik özellikler ölmekte olan bireye bakım vermeye ilişkin tutumlarını etkiler mi?

## **2. GEREÇ VE YÖNTEM**

### **2.1.Araştırmanın Amacı ve Tipi**

Bu araştırma, yaşlı ve engelli bakımı öğrencilerinin ölmekte olan hastanın bakıma ilişkin tutumlarını belirlemek amacıyla tanımlayıcı olarak yapıldı.

### **2.2.Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman**

Araştırma Atatürk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu'nda Şubat 2019 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

### **2.3.Araştırmanın Evreni ve Örnekleme**

Araştırmada örneklem seçimine gidilmeden evrenin tamamına ulaşılması hedeflendi. Araştırmanın evrenini Yaşlı Bakımı Programında 90, Engelli Bakımı Programında 90 olmak üzere toplam 180, örneklemini ise araştırmaya katılmayı kabul eden, iletişim sorunu olmayan 114 öğrenci oluşturdu.

### **2.4.Veri Toplama Araçları**

Araştırmada veriler Tanıtım Formu, Frommelt Ölmekte Olan Bireye Bakım Vermeye İlişkin Tutum Ölçeği ile toplandı.

### **Tanıtım Formu**

Araştırmacılar tarafından hazırlanan Katılımcı Tanıtım Formu öğrencilerin demografik özelliklerini ve Ölmekte Olan Hasta Bakımına ilişkin soruları içeren toplam 14 sorudan oluşan bir ankettir.

### **Frommelt Ölmekte Olan Bireye Bakım Vermeye İlişkin Tutum Ölçeği**

Frommelt Ölmekte Olan Bireye Bakım Vermeye İlişkin Tutum Ölçeği (FATCOD), 1988 yılında Katherine H.Murray Frommelt tarafından oluşturulmuş 30 maddeli bir ölçektir. Ölçek pozitif (olumlu) ve negatif (olumsuz) tutumları içeren eşit sayıda ifadeler içermektedir. Ölçek likert tip olup, 1-tamamen katılmıyorum ve 5-tamamen katılıyorum şeklinde puanlanmaktadır. Ölçeğin puanlamasında, toplam puan negatif tutumları içeren maddeler (3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 19, 26, 28, 29) tersine çevrilip pozitif yanıtlarla birlikte toplanarak elde edilmektedir. Ölçekten alınabilecek toplam puan 30–150 arasında değişmekte olup yüksek puanlar daha olumlu tutumu göstermektedir. Türkçe geçerlik ve güvenilirliği 2010 yılında Çevik ve Kav tarafından yapılan ölçeğin Cronbach Alpha değeri 0.73 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda FATCOD ölçeği Cronbach Alpha değeri 0,70 olarak bulunmuştur.

### **2.5.Verilerin Değerlendirilmesi**

Veriler SPSS 22,0 paket programında frekans ve yüzde, mann whitney U ve kruskal wallis testi, cronbach alpha güvenilirlik analizi ile değerlendirildi.

### **2.6.Araştırmanın Etik Yönü**

Araştırma öncesinde, araştırmanın yapıldığı kurumdan çalışma izni ve araştırmaya katılan öğrencilerden bilgilendirilmiş onam alındı.

### **2.7.Araştırmanın Sınırlılıkları**

Çalışma Atatürk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu'nda eğitim gören öğrencilerle sınırlı olduğundan sonuçlar bu okulda eğitim gören öğrencilere genellenebilir.

## **3.BULGULAR**

Araştırmaya katılan öğrencilerden toplanan verilerin değerlendirilmesi sonucu aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

**Tablo 1.**Araştırmaya Katılan Öğrencilerinin Sosyo-Demografik ve Ölmekte Olan Hasta Bakımı Kavramına İlişkin Özellikleri (N=114)

Özellikler	n	%
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	22	19,3
Kadın	92	<b>80,7</b>
<b>Medeni hali</b>		
Evli	4	3.5
Bekar	110	<b>96.5</b>
<b>Yaşam sonu bakım hakkında bilgi durumu</b>		
Evet	73	<b>64,0</b>
Hayır	41	36,0
<b>Cevabınız evet ise bu bilgiyi nerden aldınız</b>		
Eğitimim sırasında	57	<b>78.1</b>
Kongre-sempozyum-seminer	1	1.4
Hizmet içi eğitim	5	6.8
Kitap ve dergilerden	2	2.7
İnternette	5	6.8
Diğer	3	4.2
<b>Alınan eğitimi yeterli bulma durumu</b>		
Evet	34	<b>46.6</b>
Hayır	12	16.4
Kısmen	27	37.0
<b>Klinik uygulamada ölüm olgusuyla karşılaşma</b>		
Evet	48	42.1
Hayır	66	<b>57.9</b>
<b>Ölüm olgusuyla ilk karşılaşıldığında hissedilen duygu</b>		
Bir şey hissetmedim	4	8.3
Korktum	10	20.8
Ağladım ve çok üzüldüm	6	12.5
Doğal karşıladım( insanlar doğar ve ölür)	21	<b>43.8</b>
Acılarının sona erdiğini ve kurtulduğunu düşündüm.	7	14.6
<b>Klinik uygulamada ölmekte olan hastaya bakım verme durumu</b>		
Evet	60	<b>52.6</b>
Hayır	54	47.4
<b>Ölmekte olan hastanın fiziksel bakımını verme ve hastalara dokunmakta zorluk yaşama durumu</b>		
Evet	34	<b>70.2</b>
Hayır	80	29.8
<b>Ölmekte olan hastaya bakım verirken hissedilen duygu</b>		
Öfke	10	8.8
Keder-üzüntü	84	<b>73.7</b>
Korku	11	9.6
Başarısızlık	1	0.9
Diğer	8	7.0
<b>Daha önce ölüm olgusuyla karşılaşma durumu</b>		
Evet	90	<b>78.9</b>
Hayır	24	21.1



Çalışmaya katılan öğrencilerin % 80,7 sinin kadın, % 96.5'nin bekar, % 64'nün yaşam sonu bakımı hakkında bilgisi olduğu, % 78.1 eğitimi sırasında bu bilgiyi aldığı, %46.6'sının alınan bu eğitimi yeterli bulduğu, % 57.9'nun klinik uygulamada ölüm olgusuyla karşılaşmadığı, % 43.8'sinin ölüm olgusuyla ilk karşılaştığında bu durumu doğal karşıladığı ( insanlar doğar ve ölür), %52.6'sının klinik uygulamada ölmekte olan hastaya bakım verdiği, % 70.2'sinin ölmekte olan hastanın fiziksel bakımını vermede ve hastalara dokunmakta zorluk yaşadığı, % 73.7'sinin ölmekte olan hastaya bakım verirken keder-üzüntü hissettiği, %78.9'nun daha önce ölüm olgusuyla karşılaştığı tespit edildi (Tablo 1).

## TARTIŞMA SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma yaşlı ve engelli bakımı öğrencilerinin ölmekte olan bireye bakım vermeye ilişkin tutumlarını incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin % 50.9'nu engelli bakımı, % 49.1'ni yaşlı bakımı öğrencileri oluşturmuştur. Yaşamının son zamanlarını geçiren hastanın bakımı sürecinde, hastanın fiziksel ve duygusal gereksinimlerini giderebilmek amacıyla öğrencilerin gereken bilgi, beceri ve terapötik yaklaşıma sahip olması, hem hastaya hem de ailesine etkin psikososyal destek verebilmesi açısından onların duygularını anlaması ve kabullenmesi büyük önem arz etmektedir (Akdemir & Birol, 2004). Öğrencilerinin ölmekte olan hasta ve ailesine gerekli yardımı verebilmesi, öncelikli olarak mezun olmadan önce kendi duygularını tanıyıp, kontrol edebilmeleri ile mümkündür.(Uçar, 1997) Öğrencilerin ölüme yönelik duyguları, düşünceleri ve ölmekte olan hastaya yönelik tutumları ölüme yaklaşan hastaya verdikleri bakımın kalitesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır. (Henoç et al., 2017; Koç & Sağlam, 2008). Çalışmaya katılan öğrencilerin Frommelt Ölmekte Olan Bireye Bakım Vermeye İlişkin Tutum (FATCOD) puan ortalaması  $94.07 \pm 10.47$  olup, ortalamanın üzerinde bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda ise (FATCOD) puan ortalamalarının  $95.2 \pm 14.1$  (Arslan, Akca, Simsek, & Zorba, 2014),  $99.9 \pm 8.7$  (Cevik & Kav, 2013)  $81.59 \pm 12.99$  (Karadağ, 2018) (Karadağ, 2018),  $105.09 \pm 9.42$  (Gurdoğan, Kınıcı, & Aksoy, 2019),  $114,05 \pm 12.58$  (Uysal, Ceylan, & Koç),  $115.20 \pm 7.86$  (Leombruni et al., 2014),  $96.96 \pm 8.30$  (Abu-El-Noor & Abu-El-Noor, 2016),  $75.9 \pm 8.20$  (Grubb & Arthur, 2016) olduğu belirtilmiştir. Farklı puan ortalamaları öğrencilerin aldıkları eğitim farklılıkları, terminal dönemdeki hastayla karşılaşma ve bakım vermeye ilgili olabilir.

Fiziksel, psikolojik, sosyal, manevi ve kültürel boyutlarıyla karmaşık bir durum olan ölüme ilişkin eğitimler, kişilerin ölüme karşı olumsuz tutumlarının değiştirilmesinde, farkındalığın artırılmasında, olumlu tutumların oluşturulmasında gerekli bilgi, psikososyal beceri ve kültürel duyarlılığın kazanılmasında yararlı olabileceği belirtilmektedir.(Inci & Öz, 2009)

Çalışmada öğrencilerin % 64'nün ölüm ile ilgili eğitim aldığı ve alanların % 46.6'sının bu eğitimi yeterli bulmadığı saptanmıştır ( Tablo 1). Menekli & Fadiloğlu nun çalışmasında hemşirelerin %17.7 sinin ölüm hakkında eğitim aldığı ve eğitim alanların da 85.7sinin aldıkları bu eğitimi yeterli bulmadıkları, Mallory' nin çalışmasında hemşirelerin %29.6'sının ölümle ilgili eğitim aldığı ve eğitim alanların % 64,8'nün aldığı eğitimi yetersiz bulduğu, Yılmaz ve ark.'nın yapmış oldukları çalışmada ise hemşirelerin % 63.3'nün eğitim aldıkları ve 56.7'sinin eğitimi yetersiz buldukları belirtilmektedir. Çalışmamızda eğitim etkinliğinin yetersiz bulunması öğretim üyesi, öğrenci ve klinik uygulamaya bağlı birçok faktöre bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Kübler Ross'a göre ölümü kabullenmenin ilk basamağı ölümü doğal bir süreç olarak görebilmektir. Ölümden korkulmaması ve cesurca kabullenilmesi, sağlıklı (ruhsal olarak) yaşamın bir önkoşulu olarak değerlendirilir. İnsanlar çevrelerindeki bireylerin ölümleri karşısında yaşadıkları ile ilgili ölüme ilişkin bazı tutumlar geliştirmektedir (Karakuş, Öztürk, & Tamam, 2012) Çalışmada öğrencilerin ilk defa ölüm olgusuyla karşılaştıklarında % 43.8'nin bu durumu doğal karşıladığı saptanmıştır ( Tablo 1). Çalışmamızda öğrencilerin ölümü doğal karşılaması kişisel özellikleri, toplumsal, dinsel ve kültürel farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Yapılan bir çok çalışmada da ölümün kabul edilmesi gereken bir olgu olarak nitelendirildiği belirtilmiştir. (Ciccarello, 2003; Cimete, 2002; Forbes & Rosdahl, 2003; Menekli & Fadiloğlu; Yılmaz & Vermişli, 2015). Bu araştırmaların sonuçları çalışmamızın sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Ölmekte olan hasta ve ailesine bakım vermek oldukça zor bir deneyimdir. Şüphesiz ölüm gerçeği ile yüzleşmek gerek hasta ve ailesi gerekse sağlık çalışanları için travmatik olabilmektedir. (Cherlin, Schulman-Green, McCorkle, Johnson-Hurzeler, & Bradley, 2004) Çalışmada öğrencilerin % 70.2'sinin ölmekte olan hastanın fiziksel bakımını vermede ve hastalara dokunmakta zorluk yaşadığı saptandı (Tablo 1). Terminal dönemdeki hastanın bakımı tedavi seçeneklerinin azalması, prognoz giderek kötüleşmesi ve birden çok semptomla baş etmek zorunda kalınması, aynı zamanda hastaya ne yapacağını ve ne söyleyeceğini bilememeye bağlı yetersizlik ve çaresizlik duyguları öğrencilerin zorluk yaşamasına neden olmuş olabilir.

Öğrencilerin 73.7' sin ölmekte olan hastaya bakım verirken en çok keder ve üzüntü yaşadıkları saptandı (Toblo1).Uysal et al.çalışmasında öğrencilerin %45,9'nun en çok üzüntü, Gallagher et al.yaptıkları çalışmada öğrencilerin 73.3'nün endişe ve üzüntü duygusunu daha fazla yaşadıkları tespit edilmiştir. Yapılan farklı çalışmalarda da hemşirelik öğrencilerinin ölüm karşısında en çok çaresizlik, kaygı ve yetersizlik duygusu yaşadıkları saptanmıştır

(Bilge et al., 2013; Gençtürk et al., 2013; Koç & Sağlam, 2008; Mutto, Cantoni, Rabhansl, & Villar, 2012; Taşdemir, 2012)

Çalışmamızda cinsiyet, FATCOD puan ortalamaları, arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ). Yapılan çalışmaların (Arslan et al., 2014; Bilge et al., 2013; Cevik & Kav, 2013; Gurdogan et al., 2019; Kassa, Murugan, Zewdu, Hailu, & Woldeyohannes, 2014; Özer, Yıldırım, & Bölüktaş; Uysal et al.) sonuçları çalışmamızı desteklemektedir. Medeni durum ile FATCOD puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p > 0.05$ ). Çalışmamıza katılan öğrencilerin %80.7 sinin kadınlardan oluşması, %96.5'nin bekar olması anlamlı bir fark çıkmamasına neden olmuş olabilir. Benzer şekilde ölüm olgusu ile ilgili alınan eğitimin FATCOD puanlarını etkilemediği ( $p > 0,05$ ) belirlendi. Bunun nedeni alınan eğitimin tutum ve davranışa dönüşmemesi olarak düşünülebilir. Uysal et al yapmış oldukları çalışmada yaşam sonu bakıma ilişkin alınan eğitimin tutumu olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

#### **Çalışmanın sonucunda;**

Öğrencilerin sosyo-demografik ve ölmekte olan hasta bakımı kavramına ilişkin özellikler ile FATCOD puan ortalamaları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edildi. Öğrencilerin ölmekte olan hastaya bakım vermeye ilişkin olumlu tutumlarının ortanın üzerinde olduğu belirlendi

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda; ölüme yönelik eğitimlerin sürekliliğinin ve güncelliğinin sağlanarak verilmesi, öğrencilerin ölmekte olan hastalara yönelik olumlu ya da olumsuz tutumlarının farkındalıklarını arttıracak iletişim ve baş etme yöntemlerini güçlendirecek programların düzenlenmesi ve bu araştırmanın daha büyük örneklem ile yapılması önerilmektedir.

#### **KAYNAKLAR**

- Abu-El-Noor, N. I., & Abu-El-Noor, M. K. (2016). Attitude of Palestinian nursing students toward caring for dying patients: A call for change in health education policy. *Journal of Holistic Nursing*, 34(2), 193-199.
- Akdemir, N., & Birol, L. (2004). İç Hastalıkları ve Hemşirelik Bakımı, Genişletilmiş 2. Baskı, *Sistem Ofset, Ankara*, 194-199.
- Aksu, T., & Okçay, H. (2010). Yaşam dönemlerine göre ölüm algısı ve hemşirelik yaklaşımı. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 5(14), 113-126.
- Arslan, D., Akca, N. K., Simsek, N., & Zorba, P. (2014). Student Nurses' Attitudes Toward Dying Patients in Central Anatolia. *International journal of nursing knowledge*, 25(3), 183-188.
- Bildik, T. (2013). Ölüm, kayıp, yas ve patolojik yas. *Ege Tıp Dergisi*, 52(4), 223-229.

- Bilge, A., Embel, N., & Kaya, F. G. (2013). Sağlık Profesyonele Olacak Öğrencilerin Ölümüne Karşı Tutumları, Ölüm Kaygıları Arasındaki İlişki ve Bunları Etkileyen Değişkenler. *Journal of Psychiatric Nursing/Psikiyatri Hemşireleri Derneği*, 4(3).
- Cevik, B., & Kav, S. (2013). Attitudes and experiences of nurses toward death and caring for dying patients in Turkey. *Cancer nursing*, 36(6), E58-E65.
- Cherlin, E., Schulman-Green, D., McCorkle, R., Johnson-Hurzeler, R., & Bradley, E. (2004). Family perceptions of clinicians' outstanding practices in end-of-life care. *Journal of Palliative Care*, 20(2), 113.
- Ciccarello, G. P. (2003). Strategies to improve end-of-life care in the intensive care unit. *Dimensions of Critical Care Nursing*, 22(5), 216-222.
- Cimete, G. (2002). *Yaşam sonu bakım: Ölümcül hastalarda bütüncü yaklaşım: Nobel Tıp Kitabevleri*.
- Çakırcalı, E. (2000). *Hasta bakımı ve tedavisinde temel ilke ve uygulamalar: Güven & Nobel Tıp Kitabevleri*.
- Erdemir, F. (2005). Hemşirelik tanıları el kitabı. *Baskı, Nobel Yayınları*, 12-176.
- Eues, S. K. (2007). End-of-life care: improving quality of life at the end of life. *Professional case management*, 12(6), 339-344.
- Forbes, M. A., & Rosdahl, D. R. (2003). The final journey of life. *Journal of Hospice & Palliative Nursing*, 5(4), 213-220.
- Frommelt, K. H. M. (2003). Attitudes toward care of the terminally ill: an educational intervention. *American Journal of Hospice and Palliative Medicine®*, 20(1), 13-22.
- Gallagher, O., Saunders, R., Tambree, K., Allix, S., Monterosso, L., & Naglazas, Y. (2014). Nursing student experiences of death and dying during a palliative care clinical placement: Teaching and learning implications.
- Gençtürk, N., Ay, F., & Gençtürk, N. (2013). Ebe öğrencilerin ölüm, terminal dönem ve palyatif bakım ile ilgili görüşleri: Odak grup çalışması. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 21(3), 164-171.
- Grubb, C., & Arthur, A. (2016). Student nurses' experience of and attitudes towards care of the dying: A cross-sectional study. *Palliative medicine*, 30(1), 83-88.
- Gurdoğan, E. P., Kınıcı, E., & Aksoy, B. (2019). The relationship between death anxiety and attitudes toward the care of dying patient in nursing students. *Psychology, health & medicine*, 1-10.
- Henoch, I., Melin-Johansson, C., Bergh, I., Strang, S., Ek, K., Hammarlund, K., . . . Browall, M. (2017). Undergraduate nursing students' attitudes and preparedness toward caring for dying persons—A longitudinal study. *Nurse education in practice*, 26, 12-20.
- İnci, F. (2008). Hemşirelere Uygulanan Ölümüne İlişkin Eğitimin Hemşirelerin Kaygı, Depresyon ve Tutumlarına Etkisi. *Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, Hacettepe Üniversitesi*.
- İnci, F., & Öz, F. (2009). Ölüm eğitiminin hemşirelerin ölüm kaygısı, ölüme ilişkin depresyon ve ölümcül hastaya tutumlarına etkisi/Effects of death education on nurses' death anxiety, depression regarding death, and attitudes towards the dying patient. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 10(4), 253.
- İnci, F., & Öz, F. (2012). Palyatif bakım ve ölüm kaygısı. *Psikiyatride Guncel Yaklaşımlar-Current Approaches in Psychiatry*, 4(2), 178-187.
- Karaca, F. (2000). *Beyan Yayınları. İstanbul-2000*.
- Karadağ, E. (2018). Hemşirelik İntörn Öğrencilerinin Ölmekte Olan Bireye Bakım Vermeye İlişkin Tutumları. *STED/Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 27(2), 92-98.
- Karakuş, G., Öztürk, Z., & Tamam, L. (2012). Ölüm ve ölüm kaygısı. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 21(1), 42-79.
- Kassa, H., Murugan, R., Zewdu, F., Hailu, M., & Woldeyohannes, D. (2014). Assessment of knowledge, attitude and practice and associated factors towards palliative care among nurses working in selected hospitals, Addis Ababa, Ethiopia. *BMC palliative care*, 13(1), 6.
- Koç, Z., & Sağlam, Z. (2008). Hemşirelik öğrencilerinin yaşam sonu bakım ve ölüm durumuna ilişkin duygu ve görüşlerinin belirlenmesi. *Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 12(1), 1-10.

- Leombruni, P., Marco, M., Andrea, B., Francesca, Z., Castelli, L., & Torta, R. (2014). Attitudes toward caring for dying patients: An overview among Italian nursing students and preliminary psychometrics of the FATCOD-B scale. *Journal of Nursing Education and Practice*, 4(3), 188-196.
- Mallory, J. L. (2003). The impact of a palliative care educational component on attitudes toward care of the dying in undergraduate nursing students. *Journal of professional nursing*, 19(5), 305-312.
- Menekli, T., & Fadiloğlu, Ç. Hemşirelerin ölüm algısının ve etkileyen faktörlerin incelenmesi *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17(4).
- Menekli, T., & Fadiloğlu, Ç. Hemşirelerin ölüm algısının ve etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17(4).
- Mutto, E. M., Cantoni, M. N., Rabhansl, M. M., & Villar, M. J. (2012). A perspective of end-of-life care education in undergraduate medical and nursing students in Buenos Aires, Argentina. *Journal of palliative medicine*, 15(1), 93-98.
- Ölüm, D. Y. (2010). ölümü yaklaşan hastanın bakımı. *Sağlık uygulamalarında temel kavramlar ve beceriler. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri*, 697-722.
- Özer, Ö. G. Z., Yıldırım, Ö. Ü. D., & Bölüktaş, R. P. Hemşirelik Öğrencilerinin Ölüme Karşı Tutumları.
- Taşdemir, G. (2012). Gök F. Bir sağlık yüksek okulunda okuyan öğrencilerin ölüm kaygılarının belirlenmesi. *Internatinal Journal of Human Sciences*, 9, 288-302.
- Uçar, H. (1997). Hemşirelik esasları el kitabı (İçinde) M. Ölüm kavramı ve ölümcül hastada hemşirelik bakımı. *Birlik Ofset Ltd Sti, İstanbul*, 195-201.
- Uysal, N., Ceylan, E., & Koç, A. Hemşirelik Bölümü Öğrencilerinin Ölmekte Olan Bireyin Bakımına İlişkin Tutumları. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1), 98-105.
- Yılmaz, E., & Vermişli, S. (2015). Yoğun bakımda çalışan hemşirelerin ölüme ve ölmekte olan bireye bakım vermeye ilişkin tutumları *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 41-46.

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ NARMAN MESLEK YÜKSEKOKULU  
ÖĞRENCİLERİNİN SAĞLIKLI YAŞAM BİÇİMİ DAVRANIŞLARI VE ETKİLEYEN  
FAKTÖRLER

Öğr. Gör. Serpil ÖZMEN, Öğr. Gör. Elif KANT

Atatürk Üniversitesi Narman Meslek Yüksekokulu, Atatürk Üniversitesi Sağlık Hizmetleri  
Meslek Yüksekokulu

**ÖZET**

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Narman Meslek Yüksekokulunda öğrenim gören öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını ve bu davranışları etkileyen demografik faktörleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu araştırma, tanımlayıcı tipte bir çalışmadır. Araştırmanın evrenini Atatürk Üniversitesi Narman Meslek Yüksekokulunda öğrenim gören 400 öğrenci oluşturmuştur. Araştırma kapsamına alınan öğrencilerin 207'ine (%51.75) ulaşılmıştır. Öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını belirlemede, gerekli izinler alınarak, veri formları uygulanmıştır. Öğrencilere sosyo-demografik özelliklerin yanı sıra sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını etkilediği düşünülen bazı faktörler ile ilgili soruların yer aldığı bir anket ve SYBDÖ uygulanmıştır. Verilerin analizinde t testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren veriler ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde gösterildi. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak alınmıştır. Öğrencilerin yaş ortalaması  $20,46 \pm 3,7$ , %60.5'i kadın, %98,6'i bekâr, % 4,3 Büro Yönetimi, % 8,7'si Bankacılık, % 9,2 İnşaat Teknolojisi, % 12,1'i İSG, % 42'si TDS ve % 23,7'si Laborant ve veterinerlik bölümü öğrencisi olup, %82,6'sı yurttan yaşarken %6,3'ü ise öğrenci evinde kalmaktadır. Öğrencilerin % 35,3'ü sigara kullanırken, %11,1'i alkol almaktadır. Öğrencilerin sağlıklı seçimler yapabilmeleri sağlanmalı, uygun sağlık eğitim girişimleri geliştirilmelidir. Sağlığı koruma ve geliştirme ile ilgili konulara eğitim müfredatı içinde daha fazla yer verilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Yaşam tarzı, üniversite öğrencisi, sağlıklı yaşam tarzı davranışları

**ABSTRACT**

This research was carried out to determine the demographic characteristics effecting healthy life style behavior of the students Atatürk University Narman vocational school. This study is a descriptive research. The study context included 400 students in vocational school of health services. 207 of students (51.75%) could be reached at the time of enrolment. The healthy life style behavior scale was used to measure healthy life style behaviors, after the necessary permissions obtained. Questions about sociodemographic characteristics, and some factors thought to be influential on healthy life style behaviours are asked, and the questionnaire of scale were applied. The data were analysed using student t- test, number-percentage calculations, mean, correlation analysis. The average age of the students is  $20,46 \pm 3,7$ , 60,5% is women, 98,6% is single, 4,3% is office management, 8,7% is banking, 9,2% is construction technology, 12% is While 1 is OHS, 42% is TDS and 23.7% is a student and veterinary department student, 82.6% is living in a dormitory and 6.3% is staying in a student house. 35.3% of the students smoke while 11.1% of them drink alcohol. Students should be empowered to make healthy choices, and appropriate health education interventions should be

developed. The issues about health protection and health promotion should take place much more in education curriculas.

**Keywords:** Lifestyle, university student, healthy lifestyle behaviors

## 1.GİRİŞ

DSÖ'ne göre sağlık; sadece hastalıkları önlemeye yönelik olmayıp, fiziksel, ruhsal ve sosyal olarak tam bir iyilik halini hedefleyerek, sağlık durumunu daha da iyileştirmeyi ve geliştirmeyi amaçlamaktadır (Karadeniz vd., 2008). Bu bağlamda günümüz sağlık anlayışı; bireyi aile ve toplumun sağlığını koruyan, sürdüren ve geliştiren sağlık merkezli bakım yaklaşımını içermektedir (Ayaz vd., 2005). Bu yaklaşım, bireylere sağlığını koruyacak ve geliştirecek davranışları kazandırarak, kendi durumu ile ilgili doğru kararlar almalarını hedeflemektedir.

Sağlığın geliştirilmesi; bireylere fiziksel, ruhsal ve sosyal sağlıklarını optimum düzeye yükseltmek ve geliştirebilmek için bilinçli karar vermelerine yardımcı olacak olumlu sağlık davranışları kazandırmayı hedeflemektedir. (Ayaz vd., 2005) Sağlık davranışı ise; bireylerin hastalanmamak ve sağlıklarını korumak için yaptıkları sağlık kontrolü, stres yönetimi, beslenme, egzersiz gibi davranışlar olarak belirtilmekle birlikte bu davranışları tutum haline dönüştüren birey, sağlıklı olma halini sürdürebildiği gibi, sağlık durumunu daha iyi bir seviyeye getirebileceği düşünülmektedir. (Sümen vd., 2017).

Sağlığı geliştirici davranışlar ailede başlamakta ve üniversite eğitim sırasında şekillenmeye devam etmektedir. (Özcan vd., 2006) Fiziksel, ruhsal ve sosyal olarak sağlığı geliştirmeye yönelik davranışların kazandırılması ve sürdürülmesinde üniversite öğrencileri daha fazla sorumluluk ve kontrol sahibi olduğu için bu gruplara yapılacak girişimler önem taşımaktadır (Özcan vd., 2016) Üniversite yaşamı bireylerin yaşamına getirdiği değişimlere bağlı olarak öğrencilerin kişisel, mesleki, sağlık davranışlarında değişim olmakta ve bu durum öğrencilerin çeşitli durumlarla başa etmesine neden olmaktadır (İlhan N., 2010). Bu yüzden öğrencilerin sağlıklı yaşam davranışlarının incelenmesi ve eksik oldukları konularda öğrencilere yardımcı olmak sağlığın korunması ve geliştirilmesinde önemli bir etken olarak belirtilmektedir (Şen M.A., 2017).

Toplumların sağlıklı olabilmesi için bireylerin sağlıklı davranışlar kazanması ve bu davranışları sürdürebilmesi gerekmektedir. Bu sebeple üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları kontrol edilmeli ve etkileyen faktörler belirlenebilmelidir. Bu bağlamda bu araştırma; Atatürk Üniversitesi Narman Meslek Yüksekokulunda öğrenim gören öğrencilerin

sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla tanımlayıcı olarak yapılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu araştırma Mart 2019'da Atatürk Üniversitesi Narman Meslek Yüksekokulunda okuyan öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörleri incelemek amacıyla tanımlayıcı olarak yapılmıştır. Araştırmanın evrenini Narman Meslek Yüksekokulu öğrencileri oluşturmuştur (n:400). Araştırmada örneklem yöntemine gidilmemiş ve veriler Mart 2019 tarihinde araştırmaya katılmayı kabul eden ve okulda bulunan 207 öğrenciden toplanmıştır.

Verilerin toplanmasında öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri, öğrenciler ve aileleri hakkında tanıtıcı özelliklere ilişkin sorulardan oluşan anket formu ve Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği (SYBD-II) kullanılmıştır. SYBD-II ölçeği, 1987 yılında Walker, Sechnist ve Pender tarafından geliştirilmiş ve ilk versiyon 48 madde ve 6 faktörden oluşturulmuştur (Walker vd., 1987). Walker ve ark., ölçeği 1996 yılında tekrar düzenleyerek 4 madde daha eklenerek 52 maddeye çıkarılmıştır (Walker vd., 1996). Ölçekte altı alt faktör bulunmaktadır. Altı faktör de sağlık sorumluluğu, fiziksel aktivite, beslenme, manevi gelişim, kişiler arası ilişkiler ve stres yönetiminden oluşmaktadır.

**Kendini Gerçekleştirme Alt Grubu (Manevi Gelişim);** bireyin yaşam amaçlarını, bireysel olarak kendini geliştirme yeteneğini ve kendini ne derecede tanıdığını ve memnun edebildiğini belirler.

**Sağlık Sorumluluğu Alt Grubu;** bireyin kendi sağlığı üzerindeki sorumluluk düzeyini, sağlığına ne düzeyde katıldığını belirler.

**Egzersiz Alt Grubu (Fiziksel Aktivite);** sağlıklı yaşamın değişmez bir ögesi olan egzersiz uygulamalarının birey tarafından ne düzeyde uygulandığını gösterir.

**Beslenme Alt Grubu;** bireyin öğünlerini seçme ve düzenleme yiyecek seçimindeki değişiklikleri belirler.

**Kişilerarası Destek alt Grubu;** bireyin yakın çevresi ile iletişimini ve süreklilik düzeyini belirler.

**Stres Yönetimi;** bireyin stres kaynaklarını tanıma düzeyini ve stres kontrol mekanizmalarını belirler.



Sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçeğinin tüm maddeleri olumludur. Ters madde yoktur. İşaretleme 4'lü likert tipli ölçek üzerine yapılır. "Hiçbir zaman" yanıtı için 1, "Bazen" yanıtı için 2, "Sıkı sık" yanıtı için 3, "Düzenli olarak" yanıtı için 4 puan verilir. Ölçeğin tamamı için en düşük puan 52 ve en yüksek puan 208'dir. Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği Bahar ve ark. (2008) tarafından yapılmıştır Toplam SYBDÖ için Cronbach Alpha iç tutarlılık kat sayısı 0,92 olarak belirlenmiştir (Özyazıcıoğlu vd.,2011). SYBDÖ'nün alt ölçekleri için Cronbach Alpha iç tutarlılık kat sayısı 0,70 ile 0,90 arasında değişmektedir. Bu çalışmada ise toplam SYBDÖ-II Cronbach Alfa iç tutarlılık kat sayısı 0,89 olarak bulunmuştur.

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro Wilk ile incelenmiştir. Normal dağılım gösteren verilerin karşılaştırılmasında bağımsız örnekler t testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Normal dağılım gösteren veriler ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde gösterilmiştir. Anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak alınmıştır.

### 3. BULGULAR

Araştırmaya katılan öğrencilerin % 60,5'ü kadın, % 39,6 'sı ise erkek olup % 1'i evli % 98,6'sı ise bekar. Öğrencilerin % 4,3'ü Büro Yönetimi, % 8,7'si Bankacılık, % 9,2'si İnşaat Teknolojisi, % 12,1'i İş Sağlı ve Güvenliği %42'si Tıbbi Dokümantasyon ve Sekreterlik ve % 23,7'si ise Laborant ve Veterinerlik öğrencisi olup, % 56'sı birinci sınıf % 44'ünü ikinci sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Öğrencilerin % 82,6'sı Narmanda yurtda yaşarken, % 6,3' öğrenci evinde yaşamaktadır. % 52,7'sinin ekonomik durum iyi olarak belirtilmiştir. Öğrencilerin %35,3'ü sigara kullanırken, % 11,1'i alkol almaktadır. Öğrencilerin annelerinin eğitim durumu % 18,4'ü okur-yazar değil, % 41,5'i ilkokul, % 27,1'i ortaokul, % 10,1'i lise, % 2'si ise lisans mezunudur. Babalarının eğitim durumu % 3,4'ü okur-yazar değil, % 37,2'si ilkokul, % 36,7'si ortaokul, % 19,3'ü lise, % 2'si ise lisans mezunudur. Kronik bir hastalığı olan öğrenci % 4,3, kronik hastalığı olmayan öğrenci sayısı ise % 95,7'dir (Tablo 1).

**Tablo 1. Öğrencilerin sosyo-demografik özellikleri**

Sosyo-demografik özellikleri	Sayı	Yüzde
<b>Cinsiyet</b>		
Kadın	125	60,4
Erkek	82	39,6
<b>Yaş</b>		
18-24	202	97,6
25-30	2	1,0
31-35	2	1,0
36 ve ↑	1	,5
<b>Medeni Durum</b>		
Evli	3	1,4
Bekar	204	98,6
<b>Okuduğunuz Bölüm</b>		
Büro Yönetimi	9	4,3
Bankacılık	18	8,7
İnşaat	19	9,2
İş Sağlığı ve Güvenliği	25	12,1
Tıbbi Dokümantasyon ve Sekreterlik	87	42,0
Laborant ve Veterinerlik	49	23,7
<b>Öğrenim Görülen Sınıf</b>		
Birinci sınıf	116	56,0
İkinci sınıf	91	44,0
<b>Yaşamının büyük bölümünü geçirdiği yer</b>		
Köy	29	14,0
İlçe	103	49,8
İl	75	36,2
<b>Narmanda Yaşanılan Yer</b>		
Evde, yalnız	1	,5
Evde, arkadaşlarla	13	6,3
Evde, ailemle	22	10,6
Yurtta	171	82,6
<b>Annenin Eğitim Durumu</b>		
Okur-yazar değil	38	18,4
İlkokul	86	41,5
Ortaokul	56	27,1
Lise	21	10,1
Lisans	5	2,4
Lisans Üstü	1	,5
<b>Babannın Eğitim Durumu</b>		
Okur-yazar değil	7	3,4
İlkokul	77	37,2
Ortaokul	76	36,7
Lise	40	19,3
Lisans	6	2,9
Lisans üstü	1	,5
<b>Sigara Kullanma Durumu</b>		
Evet	73	35,3
Hayır	134	64,7
<b>Alkol Kullanma Durumu</b>		
Evet	23	11,1
Hayır	184	88,9
<b>Kronik Hastalık Varlığı</b>		
Evet	9	4,3
Hayır	198	95,7

**Tablo 2. Sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçeğinin ortalama puanları ve değerleri**

	Ort±SD	Puan (min-max)
<b>Sağlık Sorumluluğu</b>	19,01±5,29	9-35
<b>Fiziksel Aktivite</b>	19,06±3,88	10-32
<b>Beslenme</b>	19,06±3,88	13-36
<b>Manevi gelişim</b>	26,5±4,76	12-35
<b>Kişilerarası İlişkiler</b>	24,78±4,64	12-35
<b>Stres Yönetimi</b>	19,03±4,18	8-31
<b>SYBDÖ Toplam</b>	124,20±21,24	73-194

Araştırmaya katılan öğrencilerin SYBDÖ-II ölçeğine göre aldıkları toplam puanların ortalaması 124,20±21,24 (alt puan=73; üst puan=194)'tür. Öğrencilerin SYBD alt ölçeklerinden aldıkları puan ortalamalarına baktığımızda; en yüksek manevi gelişim (26,5±4,76) ve kişilerarası ilişkiler (24,78±4,64) daha sonra sırasıyla sağlık sorumluluğu (19,01±5,29), stres yönetimi (19,03±4,18) gelirken, fiziksel aktivite ve beslenme puan ortalamaları birbirine eşittir (19,06±3,88).

**Tablo 3: Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre SYBDÖ Alt Ölçek Puan Ortalamalarının Dağılımı**

SYBD Alt Ölçekleri Cinsiyet Anlamlılık Derecesi			
	Ortalama±SD	Test İstatistiği	P
<b>Sağlık Sorumluluğu</b> Kadın(125) Erkek (82)	2,20 ± 0,55 2 ± 0,63	t=2,510	<b>0,013</b>
<b>Fiziksel Aktivite</b> Kadın(125) Erkek (82)	1,89 ± 0,57 2,08 ± 0,67	t=-2,128	<b>0,035</b>
<b>Beslenme</b> Kadın(125) Erkek(82)	2,15 ± 0,41 2,08 ± 0,47	t=1,139	0,256
<b>Manevi Gelişim</b> Kadın(125) Erkek (82)	2,95 ± 0,49 2,94 ± 0,58	t=0,149	0,881
<b>Kişilerarası İlişkiler</b> Kadın(125) Erkek (82)	2,79 ± 0,5 2,69 ± 0,54	t=1,397	0,164
<b>Stres Yönetimi</b> Kadın(125) Erkek (82)	2,39 ± 0,49 2,36 ± 0,57	t=0,388	0,699

Sağlık sorumluluğu puan ortalaması cinsiyete göre farklılık göstermektedir ( $p=0,013$ ). Kadınlarda ortalama değer 2,2 erkeklerde ise 2 olarak elde edilmiştir. Fiziksel aktivite puan ortalaması cinsiyete göre farklılık göstermektedir ( $p=0,035$ ). Kadınlarda ortalama değer 1,89 erkeklerde ise 2,08 olarak elde edilmiştir. Beslenme puan ortalaması cinsiyete göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,256$ ). Kendini gerçekleştirme puan ortalaması cinsiyete göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,881$ ) Kişiler arası destek puan ortalaması cinsiyete göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,164$ ). Stres yönetimi puan ortalaması cinsiyete göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,699$ )(Tablo-3).

**Tablo 4. Öğrencilerin Okudukları Bölümlere Göre SYBDÖ Alt Ölçek Puan Ortalamalarının Dağılımı**

SYBD Alt Ölçekleri Okudukları Bölümlere Göre Anlamlılık Derecesi			
	Ortalama±SD	Test İstatistiği	P
<b>Sağlık Sorumluluğu</b> Büro yönetimi(9) Bankacılık(18) İnşaat(19) İSG(25) TDS(87) Laborant ve Veterinerlik(49)	2,63 ± 0,87a 1,91 ± 0,62b 2,01 ± 0,46ab 1,89 ± 0,57b 2,16 ± 0,56ab 2,2 ± 0,55ab	F=3,105	<b>0,010</b>
<b>Fiziksel Aktivite</b> Büro yönetimi(9) Bankacılık(18) İnşaat(19) İSG(25) TDS(87) Laborant ve Veterinerlik(49)	2,46 ± 0,74a 1,83 ± 0,72b 2,19 ± 0,52ab 1,88 ± 0,45b 1,88 ± 0,57b 2,03 ± 0,7ab	F=2,432	<b>0,036</b>
<b>Beslenme</b> Büro yönetimi(9) Bankacılık(18) İnşaat(19) İSG(25) TDS(87) Laborant ve Veterinerlik(49)	2,26 ± 0,73 2,04 ± 0,54 2,12 ± 0,3 2,08 ± 0,45 2,09 ± 0,41 2,19 ± 0,39	F=0,539	0,746
<b>Manevi Gelişim</b> Büro yönetimi(9) Bankacılık(18) İnşaat(19) İSG(25) TDS(87) Laborant ve Veterinerlik(49)	3,41 ± 0,47 2,97 ± 0,62 2,95 ± 0,41 2,85 ± 0,5 2,93 ± 0,52 2,94 ± 0,56	F=1,579	0,168

<b>Kişilerarası İlişkiler</b>			
Büro yönetimi(9)	3,15 ± 0,57	F=1,358	0,242
Bankacılık(18)	2,67 ± 0,52		
İnşaat(19)	2,68 ± 0,41		
İSG(25)	2,73 ± 0,45		
TDS(87)	2,73 ± 0,49		
Laborant ve Veterinerlik(49)	2,8 ± 0,6		
<b>Stres Yönetimi</b>			
Büro yönetimi(9)	2,96 ± 0,64a	F=3,518	<b>0,005</b>
Bankacılık(18)	2,15 ± 0,59b		
İnşaat(19)	2,41 ± 0,41ab		
İSG(25)	2,24 ± 0,38b		
TDS(87)	2,4 ± 0,53b		
Laborant ve Veterinerlik(49)	2,38 ± 0,49b		

Sağlık sorumluluğu puan ortalaması okul bölümüne göre farklılık göstermektedir (p=0,010). Büro yönetimi okuyanlarda ortalama değer 2,63, bankacılık bölümünde okuyanlarda 1,91, inşaat bölümünde okuyanlarda 2,01, iş sağlığı ve güvenliği bölümünde okuyanlarda 1,89, tıbbi dokümantasyon ve sekreterlik bölümünde okuyanlarda 2,16, laborant ve veterinerlik bölümünde okuyanlarda ise 2,2 olarak elde edilmiştir. Farklılık büro yönetimi bölümünde okuyanların ortalama puanının, bankacılık, iş sağlığı ve güvenliği bölümünde okuyanlara göre yüksek elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Egzersiz puan ortalaması okul bölümüne göre farklılık göstermektedir (p=0,036). Büro yönetimi okuyanlarda ortalama değer 2,46, bankacılık bölümünde okuyanlarda 1,83, inşaat bölümünde okuyanlarda 2,19, iş sağlığı ve güvenliği bölümünde okuyanlarda 1,88, tıbbi dokümantasyon ve sekreterlik bölümünde okuyanlarda 1,88, laborant ve veterinerlik bölümünde okuyanlarda ise 2,03 olarak elde edilmiştir. Farklılık büro yönetimi bölümünde okuyanların ortalama puanının, bankacılık, iş sağlığı ve güvenliği, tıbbi dokümantasyon ve sekreterlik bölümünde okuyanlara göre yüksek elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Beslenme puan ortalaması okunan bölüme göre farklılık göstermemektedir (p=0,746). Kendini gerçekleştirme puan ortalaması okul bölümüne göre farklılık göstermemektedir (p=0,168). Kişiler arası destek puan ortalaması okul bölümüne göre farklılık göstermemektedir (p=0,242). Stres yönetimi puan ortalaması okul bölümüne göre farklılık göstermektedir (p=0,005). Büro yönetimi okuyanlarda ortalama değer 2,96, bankacılık bölümünde okuyanlarda 2,15, inşaat bölümünde okuyanlarda 2,41, iş sağlığı ve güvenliği bölümünde okuyanlarda 2,24, tıbbi dokümantasyon ve sekreterlik bölümünde okuyanlarda 2,4, laborant ve veterinerlik bölümünde okuyanlarda ise 2,38 olarak elde edilmiştir. Farklılık büro yönetimi bölümünde okuyanların ortalama puanının, bankacılık, iş sağlığı ve güvenliği, tıbbi

dokümantasyon ve sekreterlik, laborant ve veterinerlik bölümünde okuyanlara göre yüksek elde edilmesinden kaynaklanmaktadır.

**Tablo 5. Öğrencilerin Öğrenim Gördükleri Sınıflara Göre SYBDÖ Alt Ölçek Puan Ortalamalarının Dağılımı**

SYBD Alt Ölçekleri Öğrenim Gördükleri Sınıflara Göre Anlamlılık Derecesi			
	Ortalama±SD	Test İstatistiği	P
<b>Sağlık Sorumluluğu</b>			
1. Sınıf	2,02 ± 0,58	t=-2,930	<b>0,004</b>
2. Sınıf	2,26 ± 0,57		
<b>Fiziksel Aktivite</b>			
1. Sınıf	1,94 ± 0,64	t=-0,677	0,499
2. Sınıf	2 ± 0,58		
<b>Beslenme</b>			
1. Sınıf	2,04 ± 0,43	t=-3,136	<b>0,002</b>
2. Sınıf	2,22 ± 0,42		
<b>Manevi Gelişim</b>			
1. Sınıf	2,88 ± 0,53	t=-2,323	<b>0,021</b>
2. Sınıf	3,05 ± 0,52		
<b>Kişilerarası İlişkiler</b>			
1. Sınıf	2,73 ± 0,53	t=-0,854	0,394
2. Sınıf	2,79 ± 0,5		
<b>Stres Yönetimi</b>			
1. Sınıf	2,3 ± 0,52	t=-2,471	<b>0,014</b>
2. Sınıf	2,48 ± 0,51		

Sağlık sorumluluğu puan ortalaması öğrenim görülen sınıfa göre farklılık göstermektedir (p=0,004). 1.sınıflarda ortalama değer 2,02, 2.sınıflarda ise 2,26 olarak elde edilmiştir. Egzersiz puan ortalaması öğrenim görülen sınıfa göre farklılık göstermemektedir (p=0,499). Beslenme puan ortalaması öğrenim görülen sınıfa göre farklılık göstermektedir (p=0,002). 1.sınıflarda ortalama değer 2,04, 2.sınıflarda ise 2,22 olarak elde edilmiştir. Kendini gerçekleştirme puan ortalaması öğrenim görülen sınıfa göre farklılık göstermektedir (p=0,021). 1.sınıflarda ortalama değer 2,88, 2.sınıflarda ise 3,05 olarak elde edilmiştir. Kişiler arası destek puan ortalaması öğrenim görülen sınıfa göre farklılık göstermemektedir (p=0,394). 1.sınıflarda ortalama değer 2,73, 2.sınıflarda ise 2,79 olarak elde edilmiştir. Stres yönetimi puan ortalaması öğrenim görülen sınıfa göre farklılık göstermektedir (p=0,014). 1.sınıflarda ortalama puan 2,3, 2.sınıflarda ise 2,48 olarak elde edilmiştir.

**Tablo 6. Öğrencilerin Yaşamlarının Büyük Bölümünün Geçirdiği Yere Göre SYBDÖ Alt Ölçek Puan Ortalamalarının Dağılımı**

SYBD Alt Ölçekleri Yaşamlarının Büyük Bölümünün Geçirdiği Yere Göre Anlamlılık Derecesi			
	Ortalama±SD	Test İstatistiği	P
<b>Sağlık Sorumluluğu</b> Köy İlçe il	1,88 ± 0,51a 2,1 ± 0,62ab 2,24 ± 0,55b	F=4,325	<b>0,014</b>
<b>Fiziksel Aktivite</b> Köy İlçe il	1,83 ± 0,64 1,95 ± 0,64 2,03 ± 0,58	F=1,158	0,316
<b>Beslenme</b> Köy İlçe il	1,95 ± 0,31 2,16 ± 0,45 2,13 ± 0,44	F=2,814	0,062
<b>Manevi Gelişim</b> Köy İlçe il	2,79 ± 0,49 2,95 ± 0,54 3,01 ± 0,52	F=1,826	0,164
<b>Kişilerarası İlişkiler</b> Köy İlçe il	2,7 ± 0,5 2,72 ± 0,49 2,83 ± 0,56	F=1,180	0,309
<b>Stres Yönetimi</b> Köy İlçe il	2,17 ± 0,43a 2,37 ± 0,5ab 2,48 ± 0,56b	F=3,695	<b>0,027</b>

Sağlık sorumluluğu puan ortalaması yaşamın büyük bölümünün geçirildiği yere göre farklılık göstermektedir ( $p=0,014$ ). Yaşamının büyük bir bölümünü köyde geçiren kişilerde ortalama puan 1,88, ilçede geçirenlerde 2,10 ve ilde geçirenlerde 2,24 olarak elde edilmiştir. Farklılık yaşamının büyük bölümünü ilde geçirenlerin ortalama puanının köyde yaşayanlara göre yüksek elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. İlçe grubu diğerlerine göre farklı değildir. Egzersiz puan ortalaması yaşamın büyük bölümünün geçirildiği yere göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,316$ ). Beslenme puan ortalaması yaşamın büyük bölümünün geçirildiği yere göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,062$ ). Yaşamının büyük bir bölümünü köyde geçiren kişilerde ortalama puan 1,95, ilçede geçirenlerde 2,16 ve ilde geçirenlerde 2,13 olarak elde edilmiştir. Beslenme puan ortalaması normalde yaşanan yere göre farklılık göstermemektedir. Kendini gerçekleştirme puan ortalaması yaşamın büyük bölümünün geçirildiği yere göre

farklılık göstermemektedir ( $p=0,164$ ). Kişiler arası destek puan ortalaması yaşamın büyük bölümünün geçirildiği yere göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,309$ ). Yaşamının büyük bir bölümünü köyde geçiren kişilerde ortalama puan 2,7, ilçede geçirenlerde 2,72 ve ilde geçirenlerde 2,83 olarak elde edilmiştir. Stres yönetimi puan ortalaması yaşamın büyük bölümünün geçirildiği yere göre farklılık göstermektedir ( $p=0,027$ ). Yaşamının büyük bir bölümünü köyde geçiren kişilerde ortalama puan 2,17, ilçede geçirenlerde 2,37 ve ilde geçirenlerde 2,48 olarak elde edilmiştir.

**Tablo 7. Öğrencilerin Babalarının Eğitim Durumuna Göre SYBDÖ Alt Ölçek Puan Ortalamalarının Dağılımı**

SYBD Alt Ölçekleri Öğrencilerin Babalarının Eğitim Durumuna Göre Anlamlılık Derecesi			
	Ortalama±SD	Test İstatistiği	P
<b>Sağlık Sorumluluğu</b>			
Okur-yazar değil	1,98 ± 0,58	F=1,164	0,328
İlkokul	2,03 ± 0,57		
Ortaokul	2,15 ± 0,61		
Lise	2,26 ± 0,61		
Lisans ve üstü	2,16 ± 0,43		
<b>Fiziksel Aktivite</b>			
Okur-yazar değil	1,68 ± 0,59	F=1,711	0,149
İlkokul	1,86 ± 0,53		
Ortaokul	2,04 ± 0,67		
Lise	2,03 ± 0,66		
Lisans ve üstü	2,25 ± 0,49		
<b>Beslenme</b>			
Okur-yazar değil	2,08 ± 0,55ab	F=2,706	<b>0,032</b>
İlkokul	2,02 ± 0,41ab		
Ortaokul	2,21 ± 0,41b		
Lise	2,19 ± 0,48ab		
Lisans ve üstü	1,86 ± 0,34a		
<b>Manevi Gelişim</b>			
Okur-yazar değil	2,83 ± 0,49	F=0,651	0,627
İlkokul	2,92 ± 0,55		
Ortaokul	2,98 ± 0,54		
Lise	3,01 ± 0,49		
Lisans ve üstü	2,73 ± 0,34		
<b>Kişilerarası İlişkiler</b>			
Okur-yazar değil	2,43 ± 0,66	F=2,189	0,071
İlkokul	2,74 ± 0,5		
Ortaokul	2,71 ± 0,5		
Lise	2,94 ± 0,52		
Lisans ve üstü	2,65 ± 0,56		
<b>Stres Yönetimi</b>			
Okur-yazar değil	2,21 ± 0,43ab	F=4,148	<b>0,003</b>
İlkokul	2,25 ± 0,53a		
Ortaokul	2,42 ± 0,49ab		
Lise	2,62 ± 0,52b		
Lisans ve üstü	2,13 ± 0,41ab		



Sağlık sorumluluğu puan ortalaması babanın eğitim durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,328$ ). Egzersiz puan ortalaması babanın eğitim durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,149$ ). Beslenme puan ortalaması babanın eğitim durumuna göre farklılık göstermektedir ( $p=0,032$ ). Okur yazar değil grubunda ortalama puan 2,08, ilkokul grubunda ortalama puan 2,02, ortaokul grubunda 2,21, lise grubunda 2,19, lisans ve üstü grubunda 1,86 olarak elde edilmiştir. Farklılık lisans ve üstü grubunun ortalama puanının, ortaokul grubuna göre düşük elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Diğer gruplara göre farklı değildirler Kendini gerçekleştirme puan ortalaması babanın eğitim durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,627$ ). Kişiler arası destek puan ortalaması babanın eğitim durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,071$ ). ). Stres yönetimi puan ortalaması babanın eğitim durumuna göre farklılık göstermektedir ( $p=0,003$ ). Okur yazar değil grubunda ortalama puan 2,21, ilkokul grubunda ortalama puan 2,25, ortaokul grubunda 2,42, lise grubunda 2,62, lisans ve üstü grubunda 2,13 olarak elde edilmiştir. Farklılık ilkokul grubunun ortalama puanının lise grubuna göre düşük elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Diğer gruplara göre farklı değildirler.

**Tablo 8. Öğrencilerin Sigara Kullanma Durumuna Göre SYBDÖ Alt Ölçek Puan Ortalamalarının Dağılımı**

SYBD Alt Ölçekleri Sigara Kullanma Durumuna Göre Anlamlılık Derecesi			
	Ortalama±SD	Test İstatistiği	P
<b>Sağlık Sorumluluğu</b>			
Evet	2,05 ± 0,6	t=-1,305	0,193
Hayır	2,16 ± 0,58		
<b>Fiziksel Aktivite</b>			
Evet	2,02 ± 0,65	t=0,906	0,366
Hayır	1,94 ± 0,6		
<b>Beslenme</b>			
Evet	2,04 ± 0,47	t=-1,942	0,053
Hayır	2,16 ± 0,41		
<b>Manevi Gelişim</b>			
Evet	2,87 ± 0,52	t=-1,661	0,098
Hayır	2,99 ± 0,53		
<b>Kişilerarası İlişkiler</b>			
Evet	2,66 ± 0,54	t=-2,003	<b>0,047</b>
Hayır	2,81 ± 0,49		
<b>Stres Yönetimi</b>			
Evet	2,32 ± 0,53	t=-1,270	0,205
Hayır	2,41 ± 0,52		

Sağlık sorumluluğu puan ortalaması sigara kullanım durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,193$ ). Egzersiz puan ortalaması sigara kullanım durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,366$ ). Beslenme puan ortalaması sigara kullanım durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,053$ ). Kendini gerçekleştirme puan ortalaması sigara kullanım durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,098$ ). ). Kişiler arası destek puan ortalaması sigara kullanım durumuna göre farklılık göstermektedir ( $p=0,047$ ). Sigara kullananlarda ortalama değer 2,66, kullanmayanlarda 2,81 olarak elde edilmiştir. Stres yönetimi puan ortalaması sigara kullanım durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,205$ )

**Tablo 9. Öğrencilerin Alkol Kullanma Durumuna Göre SYBDÖ Alt Ölçek Puan Ortalamalarının Dağılımı**

SYBD Alt Ölçekleri Sigara Kullanma Durumuna Göre Anlamlılık Derecesi			
	Ortalama±SD	Test İstatistiği	P
<b>Sağlık Sorumluluğu</b>			
Evet	1,82 ± 0,68	t=-2,642	<b>0,09</b>
Hayır	2,16 ± 0,57		
<b>Fiziksel Aktivite</b>			
Evet	2,1 ± 0,77	t=1,144	0,254
Hayır	1,95 ± 0,6		
<b>Beslenme</b>			
Evet	1,86 ± 0,51	t=-3,163	<b>0,002</b>
Hayır	2,15 ± 0,41		
<b>Manevi Gelişim</b>			
Evet	2,73 ± 0,55	t=-2,093	<b>0,038</b>
Hayır	2,98 ± 0,52		
<b>Kişilerarası İlişkiler</b>			
Evet	2,56 ± 0,61	t=-1,922	0,056
Hayır	2,78 ± 0,5		
<b>Stres Yönetimi</b>			
Evet	2,17 ± 0,58	t=-2,012	<b>0,046</b>
Hayır	2,4 ± 0,51		

Sağlık sorumluluğu puan ortalaması alkol kullanım durumuna göre farklılık göstermektedir ( $p=0,009$ ). Alkol kullananlarda ortalama değer 1,82, kullanmayanlarda ise 2,16 olarak elde edilmiştir. Egzersiz puan ortalaması alkol kullanım durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,254$ ). Beslenme puan ortalaması alkol kullanım durumuna göre farklılık göstermektedir ( $p=0,002$ ). Alkol kullananlarda ortalama değer 1,86, kullanmayanlarda ise 2,15 olarak elde edilmiştir. Kendini gerçekleştirme puan ortalaması alkol kullanım durumuna göre farklılık göstermektedir ( $p=0,038$ ). Alkol kullananlarda ortalama değer 2,73, kullanmayanlarda 2,98

olarak elde edilmiştir. Kişiler arası destek puan ortalaması alkol kullanım durumuna göre farklılık göstermemektedir ( $p=0,056$ ). Stres yönetimi puan ortalaması alkol kullanım durumuna göre farklılık göstermektedir ( $p=0,046$ ). Alkol kullananlarda ortalama değer 2,17, kullanmayanlarda 2,4 olarak elde edilmiştir.

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Atatürk Üniversitesi Narman Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörleri incelemek amacıyla tanımlayıcı olarak yapılan bu çalışmada; öğrencilerin SYBD ölçek puanı genel ortalaması  $124,20 \pm 21,24$  (alt puan=73; üst puan=194) olarak saptanmıştır. Bozhüyük (2010) yapmış olduğu çalışmada toplam puan ortalamasını  $124,30 \pm 17,92$ , Özyazıcıoğlu ve ark. (2011) çalışmasında  $128,97 \pm 16,40$ , Küçükberber ve ark. (2011) çalışmasında ise  $127,45 \pm 20,51$  olarak bulmuşlardır. SYBDÖ'nden alınabilecek üst puanın 208 olabileceği dikkate alındığında, araştırma kapsamına alınan öğrencilerin yaşam biçimi davranışlarının sağlıklı olduğu söylenebilir. Çalışmamızdan elde edilen bulgu, diğer çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Araştırmamızda SYBDÖ alt grupları değerlendirildiğinde; en yüksek manevi gelişim (kendini gerçekleştirme) daha sonra ve kişilerarası ilişkiler, sonra sırasıyla sağlık sorumluluğu, stres yönetimi, gelirken, fiziksel aktivite ve beslenme puan ortalamaları birbirine eşittir. Tuygar ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışma ile benzer bir sonuca ulaşmışlardır. Adölesanlar üzerinde yapılan bir çalışmada ise en yüksek puanın kişiler arası destek, en düşük puanın ise sağlık sorumluluğu alt boyutundan alındığı görülmüştür (Geçgil vd.,2006). Bizim çalışmamızdan farklı olan bu sonuca, adölesan ve gençlik dönemlerinin sahip olduğu kendine özgü özelliklerin yol açmış olabileceği düşünülmüştür.

Araştırmamızda kız öğrencilerin sağlık sorumluluğu alt boyutlarından aldıkları puan ortalamalarının erkek öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunurken, erkek öğrencilerin ise fiziksel aktivite puan ortalamalarının kız öğrencilere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. İlhan ve ark. (2010) üniversite öğrencilerinde yaptığı çalışmada cinsiyete göre sağlıklı yaşam biçimi davranışları ölçeği puan ortalamaları karşılaştırıldığında; kız öğrencilerin sağlık sorumluluğu alt grubu puan ortalaması, erkeklere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Karadeniz ve ark. (2008) çalışmasında kız öğrencilerin sağlık sorumluluğu puanları erkeklere göre daha yüksek bulunmuştur. Boston'da yapılmış bir çalışmada, kız öğrencilerin SYBDÖ II ölçeğinin beslenme, kişiler arası ilişkiler, sağlık sorumluluğu alt ölçek ve toplam ölçek puanlarında erkek öğrencilerden fazla puan aldığı

saptanmıştır (Larouche vd.,1998). Ünalın ve arkadaşlarının (2007) yaptığı çalışmada ise, erkek öğrencilerin egzersiz puan ortalaması yüksek ve anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar çalışmamızı desteklemektedir

Öğrencilerin okudukları bölümlere göre SYBDÖ-II alt boyut puan ortalamalarına bakıldığında Büro Yönetimi öğrencilerinin sağlık sorumluluğu, fiziksel aktivite ve stres yönetimi alt boyut puan ortalamalarının diğer bölümlere göre istatistiksel olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum öğrencilerin alışkanlıkları, yaşadıkları yer, öğrenim gördükleri derslerin farklı olmasıyla yorumlanabilir.

Sağlık sorumluluğu puanı ikinci sınıf öğrencilerinde birinci sınıf öğrencilerinden anlamlı oranda yüksek bulunmuştur. Cihangiroğlu ve Deveci (2011)'de yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve bunları etkileyen faktörleri inceledikleri çalışmada, 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin sağlık sorumluluğu puanını anlamlı düzeyde yüksek belirlemişlerdir. İlhan (2010) üniversite öğrencileriyle yaptığı çalışmasında dördüncü sınıf öğrencilerinin sağlık sorumluluğu puanının arttığı bulunmuştur. Çalışmamızda ikinci sınıf öğrencilerinin beslenme, kendini gerçekleştirme ve stres yönetim alt boyut puan ortalamalarının birinci sınıflardan yüksek olduğu belirlenmiştir. Sınıf yükseldikçe diğer bir deyişle eğitim süresi arttıkça sağlıklı yaşam biçimi davranışları da artmaktadır. Literatürde eğitim düzeyinin sağlık davranışlarının gerçekleştirilmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (Walker vd., 1998). Yaşamının büyük bir bölümünü ilde geçirenlerin köyde geçirenlere göre sağlık sorumluluğu ve stres yönetimi alt boyutlarından aldıkları ortalama puanın daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum il merkezinde yaşam koşullarının daha kaliteli ve ulaşılabilir olmasından kaynaklanabilir.

Aile yapısı kadar, anne ve babanın eğitiminin de gelecek nesillere kazandırılan birçok davranışı etkilediği bilinen bir gerçektir. Çalışma kapsamındaki öğrencilerin babalarının eğitim düzeyleri ile beslenme ve stres yönetimi puanlarında anlamlı farklılık bulunmuştur. Kara (2015)'nin çalışmasında, öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının ebeveynlerin eğitim düzeyi ve ailenin gelir durumu ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin sigara ve alkol kullanma durumları ile SYBDÖ ve alt boyutlarının puan ortalamalarına bakıldığında; kişiler arası destek puan ortalaması sigara kullanım durumuna göre farklılık gösterirken, beslenme, kendini gerçekleştirme ve stres yönetimi puanları alkol kullanım durumuna göre farklılık göstermektedir. Erkek ve kız öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları açısından karşılaştırıldığı bir çalışmada; kız öğrencilerin tütün ürünlerini erkek öğrencilere göre daha fazla tükettikleri ancak diğer zararlı ürünlerin tüketiminde daha dikkatli oldukları bulunmuştur

(Staib et al. 2006). Ayaz ve arkadaşları (2005) da hiç sigara içmeyen veya içip bırakan öğrencilerin beslenme alt boyutu puanlarının halen sigara içen öğrencilerden yüksek olduğunu saptamıştır. Bu sonuçların aksine, üniversite öğrencileri ile yapılan bazı çalışmalarda, öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ile sigara ve alkol kullanma durumları arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (Cihangiroğlu ve ark.2011; Karadeniz ve ark. 2008). Çalışma bulgularımız ile konuya ilişkin araştırmaların sonuçları arasında benzerlik görülmemesi, sigara ve aşırı alkol kullanımının sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını olumsuz yönde etkileyen zararlı alışkanlıklar olduğu gerçeğini değiştirmemektedir.

Bu araştırmada, meslek yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları toplam puanlarının orta düzeyde olduğu bulunmuştur. Bu doğrultuda; sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının önemini kavranması ve günlük hayatta uygulanması çabaları desteklenmelidir. Üniversitelerdeki meslek yüksekokulları hastalıkları önleme ve sağlığı geliştirme programlarına teşvikte önemli bir pozisyonadadır. Bu öğretim kurumları, meslek mensubu olmadan önce öğrencilere sağlıksız davranışları bırakma konusunda bir fırsat olabilir. Bu nedenle bu konunun müfredatta yer almasının yanı sıra, uygulanabilir olması açısından da ele alınması önemlidir (Wills and Kelly 2017). Örneğin; tüm sınıf düzeyindeki öğrencilere sigara bırakma eğitimleri verilebilir, kurum kantininde yer alan gıdalar denetlenebilir, fiziksel aktivite içeren etkinliklere katılım konusunda öğrenciler teşvik edilebilir. Bununla birlikte öğrencilerde davranış değişikliği olup olmadığı, girişimsel ve izlem araştırmaları ile belirlenmelidir. Meslek edinme aşamasının başlangıcında öğrencilere bu bilinç kazandırıldığında, gerek kendi sağlıklarına gerekse hizmet verdiği gruba etkileri daha fazla olacaktır. Bu çalışma, Narman Meslek Yüksekokulu 2018-2019 eğitim-öğretim yılında 1. ve 2. sınıflarda öğrenim gören ve yalnızca çalışma kapsamına alınan öğrencilerin bildirimleri ile sınırlı olduğundan, tüm topluma genellenemez.

## KAYNAKLAR

- Karadeniz, G., Yanikkerem Uçum, E., Dedeli, Ö., Karaağaç, Ö., 2008. Üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları. TAF Prev Med Bull, 7(6):497-502.
- Ayaz, S., Tezcan, S., Akıncı, F., 2005. Hemşirelik yüksekokulu öğrencilerinin sağlığı geliştirme davranışları. Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 9(2): 26-34.

- Sümen, A., Öncel, S., 2017. Türkiye’de lise öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarını etkileyen faktörler: sistematik derleme. *European Journal of Therapeutics*, 23:74-82.
- Özcan, S., Bozhüyük, A., 2016. Çukurova üniversitesi sağlık bilimleri öğrencilerinin sağlıklı yaşam davranışları. *Çukurova Med J*, 41(4): 664-674.
- İlhan, N., Batmaz, M., Akhan, LV., 2010. Üniversite öğrencilerinin sağlıklı yaşam davranışları. *M.Ü.H BSJ*, 3(3):23-35.
- Şen, M.A., Ceylan, A., Kurt, M.E., Palancı, Y., Adın, C., 2017. Sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam davranışları ve etkileyen faktörler. *Dicle Tıp Dergisi*, 44(1):1-11.
- Walker, SN., Sechrist, KR., Pender, NJ., 1987. The health-promoting lifestyle profile:development and psychometric characteristics. *Nurs Res*, 36:76-81.
- Walker, SN., Hil-Polerecky, DM., 1996. Psychometric evaluation of the health promoting lifestyle profile II. Unpublished manuscript, University of Nebreska Medical Center.
- Bahar, Z., Beşer, A., Gördes, N., 2008. Sağlıklı yaşam biçimi davranışları II ölçeğinin geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 12:1-13.
- Özyazıcıoğlu, N., Kılıç, M., Erdem, N., ve ark. 2011. Hemşirelik öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının belirlenmesi. (Bu çalışma 9. Uluslararası Katılımlı Ulusal Hemşirelik Öğrencileri Kongresi’nde “Sağlığa duyarlılık” oturumunda sunulmuştur (Fethiye/ Muğla-2010)). *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi* [Bağlantıda]. 8:2, Erişim: <http://www.InsanBilimleri.com>.
- Bozhüyük, A., 2010. Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışlarının Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Uzmanlık tezi, Adana.
- Küçükberber, N., Özdiilli, K., Yorulmaz, H., 2011. Sağlıklı yaşam biçimi davranışları. *Anadolu Kardiyol Derg*, 11:619-26.
- Tuygar, ŞF., Arslan, M., 2015. Sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının incelenmesi. *SDÜ Dergisi*, 6(2): 59-66.

- Geçgil, E., Yıldız, S., 2006. Adölesanlara yönelik beslenme ve stresle baş etme eğitiminin sağlığı geliştirmeye etkisi. Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi, 10(2): 19-28.
- Larouche, R., 1998. Determinants of college students' health-promoting lifestyles. Clin Excell Nurse Pract. Jan, 2:35-44.
- Ünalın, D., Şenol, V., Öztürk, A., ve ark. 2007. Meslek yüksekokullarının sağlık ve sosyal programlarında öğrenim gören öğrencilerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve öz-bakım gücü düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 14 (2): 101-109.
- Cihangiroğlu, Z., Deveci, SE., 2011. Fırat üniversitesi Elazığ sağlık yüksekokulu öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve etkileyen faktörler. Fırat Tıp Dergisi, 16(2): 78-83.
- Kara, B., İşcan, B., 2016. Predictors of health behaviors in Turkish female nursing students. Asian Nursing Research, 10(1): 75-81.
- Staib, S., Fusner, S., Consolo, K., 2006. How healthy are your nursing students?. Teachind and Learning in Nursing, 1(2): 55-60.
- Ayaz, S., Tezcan, S., Akıncı, F., 2005. Hemşirelik yüksekokulu öğrencilerinin sağlığı geliştirme davranışları. Cumhuriyet Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi, 9 (2): 26-34.
- Wills, J., Kelly, M., 2017. What works to encourage student nurses to adopt healthier lifestyles? Findings from an intervention study. Nurse Education Today, 48: 180-184.

**ANTIOXIDANT AND ANTICHOLINESTERASE POTENTIAL OF EXTRACTS AND FRACTIONS OF *FERULA ORIENTALIS* L. (APIACEAE) GROWING IN TURKEY**

**Dr. Öğr. Üyesi Songül KARAKAYA**

Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Ataturk University, 25240, Erzurum  
Turkey

**ABSTRACT**

*Ferula* L. genus pertains to the Apiaceae family and this genus is a rich resource of gum-resin. The members of *Ferula* genus are known as “Çakşır, kingor, asaotu, heliz etc.” *Ferula* has 23 species, 24 taxa, of which 14 of them are endemic in Turkey. They have been used as an antifatulent, sedative, purgative, spasmolytic, digestive, expectorant, diuretic, aphrodisiac, germicidal, anthelmintic, obtundent and stimulants. It has been reported that these species contain sesquiterpenes and sesquiterpene coumarins. Fresh stems of *F. orientalis* L. which is peeled, are consumed by local people to give flavor to pickles. *F. orientalis* is 100-150 cm high, grows on rocky slopes at 1600-2900 m, and has distinguished yellow flowers, with flowering date in late May and June. In the present investigation antioxidant and anticholinesterase activities of extracts and fractions from aerial parts and roots of *F. orientalis* were investigated. Phenolic contents, antioxidant activities of samples were carried out by Folin-Ciocalteu, DPPH, TBA methods. Anticholinesterase activity was evaluated by Ellman's method. The highest phenolics level and DPPH antioxidant capacity were determined in MeOH extract and EtOAc fraction of root. The TBA antioxidant activity results of some samples were strong when compared the references rutin, propyl gallate and chlorogenic acid. At the same time the hexane fraction of root displayed the highest acetylcholinesterase inhibition ( $17.46 \pm 1.55\%$ ), while the MeOH extract of root had the best inhibition towards butyrylcholinesterase ( $69.08 \pm 1.41\%$ ). *F. orientalis* can be utilized as a potency for pharmaceutical products which have antioxidant and anticholinesterase effects.

**Keywords:** *Apiaceae*, *Ferula orientalis*, *antioxidant*, *anticholinesterase*



## 1. INTRODUCTION

Apiaceae is an extensive, family with 400-450 genera and 3500-3700 taxa round the world (Heywood, 2007). *Ferula* L. genus is an associate, of the Apiaceae family and is a rich resource of gum-resin (Fernch, 1971). *Ferula* species have been recognized as “Çakşır, kingor, asaotu, heliz etc.” (Güner, 2012). *Ferula* is symbolized by 23 species, 24 taxa, of which 14 of them are endemic in Turkey (Başer and Kırimer, 2014). These species are utilised as an antifatulent, sedative, laxative, spasmolytic, peptic, expectorant, diuretic, aphrodisiac, disinfectant, anthelmintic, pain pill and stimulants (Behçet and Arık, 2013). They have been found to comprise sesquiterpenes and sesquiterpene coumarins (Dehpour et al., 2009).

Alzheimer's disease (AD) is a neurodegenerative ailment defined by the deposition of extracellular amyloid-beta peptide (A $\beta$ ) and intracellular neurofibrillary tangles, incorporated with bereavement of nerves in the brain and consequence in learning and memory deficits (Sgarbossa et al., 2015). In comparison with the World Health Organization record, AD, which affects thereabout 47 million people worldwide, is the most pervasive of all dementias (60-80% of all cases) (WHO, 2015). This present study reports the cholinesterase inhibitory and antioxidant activity of *F. orientalis* of the methanol, hexane, dichloromethane, ethyl acetate, butanol and aqueous extracts and fractions of aerial parts, and roots. Total phenolic content of the extracts and fractions were estimated.

## 2. MATERIAL AND METHOD

### 2.1. Plant material

The plant was collected from the below mentioned locality and identified by Prof. Dr. Hayri Duman (Gazi University, Faculty of Science, Department of Biology) and the voucher specimen is kept in AEF (Herbarium of Ankara University Faculty of Pharmacy).

Collection locality: B9, Between Ağrı-Erzurum, Mountain Tahir, 2475 m (AEF 10966).

### 2.2. Extraction and Fractionation

The aerial parts (65 g) and roots (65 g) were comminuted and macerated with methanol (3 times  $\times$  8 hours) in a water-bath not exceedance 40°C (3  $\times$  150 mL) utilising at 300 rpm with use of the mechanical mixer. Conjoined aerial parts and roots extracts were filtered and concentrated as far as aridness through rotating evaporator (Heidolph VV2000, Germany), after that dissolved in methanol:water (1:9) with farther 3 instance fractionations with 200 mL of *n*-hexane, dichloromethane, ethyl acetate and *n*-butanol, in return. Sums of the comminuted parts of *Ferula orientalis* and gained extracts/fractions are displayed in Table 1.

**Table 1.** Amounts of the powdered plants and obtained extracts and fractions.

Species	Used parts	MeOH (g)	Hexane (g)	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (g)	EtOAc (g)	BuOH (g)	Aqueous residue (g)
<i>F. orientalis</i>	root	8.15	1.06	2.82	0.82	1.93	1.44
	aerial part	7.66	1.22	2.00	0.96	1.56	1.57

### 2.3. Total phenolic content

The total polyphenol content of the extracts and fractions were done according as Karakaya et al., 2018. This process was repeated 3 times for each example.

### 2.4. Antioxidant activity

#### 2.4.1. Qualitative DPPH

The qualitative DPPH of the samples were done according as Karakaya et al., 2018. This process was repeated three times for each example.

#### 2.4.2. Quantitative DPPH

The quantitative DPPH of the samples were done according as Karakaya et al., 2018. The IC<sub>50</sub> values of examples were established by linear regression analysis and experiments were carried out in triplicate.

### 2.5. Anti-lipid peroxidation activity

The anti-lipid peroxidation activity of the samples were done according as Karakaya et al., 2018. The IC<sub>50</sub> values were estimated by linear regression analysis.

### 2.6. Determination of AChE and BuChE inhibition activities

The determination of AChE and BuChE inhibition activities of the samples were done according as Karakaya et al., 2018. This process was repeated 3 times for each plate. All datas were expressed as mean ± SE of 3 independent testings.

### 2.7. Statistical analysis

Whole indications are remarked as mean ± SE and variations between means were statistically analysed via One-way analysis of ANOVA followed by way of Bonferroni's complementary analysis, with P < 0.05 considered to exhibit statistical significancy.

## 3. RESULTS

Total phenolic content findings of examples are exhibited in Table 2. The highest phenolics level capacity were determined in MeOH extract and EtOAc fraction of root (588.26 and 677.24 mg GAE/g dry weight) but the lowest total phenolic content was observed in hexane

fraction of root (21.69 mg GAE/g dry weight). Quantitative DPPH analysis findings were exhibited as IC<sub>50</sub> values (µg/mL) in Table 3. The EtOAc fraction of roots (IC<sub>50</sub> = 26.04 µg/mL) displayed high radical scavenging effect. However, aqueous residue fraction of aerial part (IC<sub>50</sub> = 156.51 µg/mL) and hexane fraction of root (IC<sub>50</sub> = 188.44 µg/mL) displayed the lowest DPPH radical scavenging activities. Results of TBA assay from samples were presented as IC<sub>50</sub> values (µg/mL) in Table 4. The MeOH extract and EtOAc fraction of root (IC<sub>50</sub> = 51.29 and 48.61 µg/mL) exhibited the highest antioxidant effect in TBA assay.

At the same time the hexane fraction of root displayed the highest acetylcholinesterase inhibition (17.46±1.55%), while the MeOH extract of root had the best inhibition towards butyrylcholinesterase (69.08±1.41%). However, aqueous residues and BuOH fractions of aerial part and root had no activity against AChE. MeOH extract, hexane, and BuOH fractions of aerial part and aqueous residue fractions of all parts and EtOAc fraction of root displayed no butyrylcholinesterase inhibition activity. The results are exhibited in Table 5.

**Table 2** Total phenolic contents of the extracts, fractions from *Ferula orientalis*.

Tested samples	Total phenolic contents (mg/g) ± SD*	
	Aerial part	Root
MeOH	488.31 ± 2.66	588.26 ± 2.64
Hexane	124.09 ± 2.55	21.69 ± 3.88
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	488.53 ± 2.03	269.46 ± 2.45
EtOAc	299.50 ± 1.34	677.24 ± 3.27
BuOH	193.26 ± 1.91	389.03 ± 1.77
Aqueous residue	299.53 ± 1.77	372.99 ± 4.21

\*Standard deviation

**Table 3.** DPPH radical scavenging activity of the extracts, and fractions from *Ferula orientalis* (µg/mL)

Tested samples	IC <sub>50</sub> values (µg/mL) ± SD*	
	Aerial part	Root
MeOH	88.55 ± 2.61	61.73 ± 1.09
Hexane	155.46 ± 2.88	188.44 ± 2.77
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	54.09 ± 3.88	45.71 ± 3.59

	EtOAc	56.51 ± 3.51	26.04 ± 2.88	
	BuOH	79.80 ± 4.69	77.43 ± 1.91	
	Aqueous residue	156.51 ± 2.77	86.03 ± 4.02	
	Chlorogenic acid		2.41 ± 0.58	
	Propyl gallate		0.005 ± 0.21	*Standard
deviation	Rutin		3.05 ± 0.89	

**Table 4.** Antioxidant activities of the extracts, and fractions from *Ferula orientalis* in TBA test.

	Tested samples	IC <sub>50</sub> values (µg/mL) ± SD*		
		Aerial part	Root	
	MeOH	287.21 ± 1.99	51.29 ± 2.76	
	Hexane	500>	409.61 ± 1.59	*Standard
deviation	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	86.58 ± 3.22	79.56 ± 3.56	
	EtOAc	86.51 ± 1.16	48.61 ± 1.88	
<b>Table 5. In</b>	BuOH	500>	346.51 ± 2.19	<i>vitro</i>
	Aqueous residue	500>	500>	
	Chlorogenic acid		12.98 ± 4.89	
	Propyl gallate		3.44 ± 2.05	
	Rutin		9.65 ± 3.09	

acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BuChE) inhibitory activities of the extracts and fractions from *Ferula orientalis* at 20 µg/mL.

Tested samples	Enzyme type	Percentile of inhibition ± S.E.M <sup>a</sup> against AChE and BuChE	
		Aerial part	Root
MeOH	AChE	3.25 ± 1.79	13.21 ± 3.44
	BuChE	<sup>b</sup>	69.08 ± 1.41
Hexane	AChE	6.47 ± 2.39	17.46 ± 1.55
	BuChE	<sup>b</sup>	29.51 ± 1.98
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	AChE	7.59 ± 4.09	15.89 ± 1.90

	BuChE	36.79 ± 1.30	65.51 ± 1.65
EtOAc	AChE	10.59 ± 2.19	8.88 ± 3.15
	BuChE	34.99 ± 2.63	b
BuOH	AChE	b	c
	BuChE	c	b
Aqueous	AChE	b	b
residue	BuChE	c	c
Donepezil	AChE		82.45 ± 2.64
	BuChE		90.33 ± 4.16

<sup>a</sup> Standard

error mean

<sup>b</sup> No activity

<sup>c</sup> Not determined due to turbidity in the wells of microplates.

#### 4. DISCUSSION AND CONCLUSION

Alzheimer is an oxidative stress-induced neurodegenerative malady, is a cholinergic loss in the brain. Our investigation pointed that the roots of *Ferula orientalis* has inhibitory activity on AChE and BuChE together with antioxidant activity. That being the case we can conclude that *F. orientalis* can be utilised in AD and can utilize a herbal alternative to synthetic drugs.

#### REFERENCES

- Başer, K.H.C. and Kırımer N. 2014. Essential Oils of Anatolian Apiaceae - A Profile. Nat. Vol Essent. Oils., 1(1): 1-50.
- Behçet, L and Arık, M. 2013. An Ethnobotanical Investigation in East Anatolia (Turkey). Tr. J. Nature Sci., 2 (1): 86-110.
- Dehpour, A.A, Ebrahimzadeh, M.A., Fazel, N.S and Mohammad, N.S. 2009. Antioxidant activity of the methanol extract of *Ferula assafoetida* and its essential oil composition. Grasas Y Aceites., 60(4): 405-412.
- Fernch, D. Ethnobotany of the Umbelliferae. In: Heywood VH, eds. The Chemistry and Biology of the Umbellifera. London; Academic press. (1971), p. 285-412.
- Güner, A. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Flora Dizisi 1 (1st ed). İstanbul Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Publ. (2012), p. 62-64.

Heywood, V.H. Flowering Plant Families of the World, Firefly Books: Ontario, Canada. (2007), p. 35.

Karakaya S., Koca M., Kılıc C. S., Coskun M. 2018. Antioxidant and anticholinesterase activities of *Ferulago syriaca* Boiss. and *F. isaurica* Peşmen growing in Turkey. *Med Chem Res.* 27: 1843-1850.

Sgarbossa A., Giacomazza D., Carlo M. 2015. Ferulic Acid: A Hope for Alzheimer's Disease Therapy from Plants. *Nutrients* 7: 5764-5782.

World Health Organization. The epidemiology and impact of dementia. WHO, 2015. [http://www.who.int/mental\\_health/neurology/dementia/dementia\\_thematicbrief\\_epidemiology.pdf](http://www.who.int/mental_health/neurology/dementia/dementia_thematicbrief_epidemiology.pdf) 2015.

AN ETHNOBOTANICAL STUDY OF MEDICINAL PLANTS IN ASKALE EAST OF  
ERZURUM-TURKEY

Dr. Öğr. Üyesi Songül KARAKAYA<sup>1,\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Ahmet POLAT<sup>2</sup>, Prof. Dr Özkan AKSAKAL<sup>2</sup>, Doç. Dr Yusuf Ziya SÜMBÜLLÜ<sup>3</sup>, Prof. Dr Ümit İNCEKARA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Atatürk University, 25240, Erzurum  
Turkey

<sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Science, Atatürk University, Erzurum 25240, Turkey

<sup>3</sup>Department of Folklore, Faculty of Literature, Erzurum Technique University, Erzurum  
25050, Turkey

## ABSTRACT

This study reports the result of an ethnobotanical study performed in Askale situated in the east part of Turkey. The ethnobotanical results include quantitative data on diversity of the medicinal plants and other usages of plants documented in the districts. The medicinal plant species used by local people for therapeutic aims were collected and identified. The related information about traditional herbal medicine was collected; herbarium materials were prepared; and they have been kept in the Herbarium of Faculty of Science. The information was gained via open and semi-structured interviews and questionnaires. Findings were analysed via quantitative indices of information content factor (ICF/FIC), fidelity level (FL) and use value (UV). A total of 126 medical plants belonging to 44 families were defined in this study. Among these, 102 species grew wild and 24 species were cultivated. The most common medicinal plant families were Asteraceae (19), Rosaceae (15), Lamiaceae (9), Apiaceae (7) and Liliaceae (6). The most common preparations was decoction. A total of 317 medicinal uses (remedies) were recorded. On the other hand 82 plants belonging to 34 families were used as food or for other things. The use of traditional medicine was still extensive among the people in Erzurum. Though, by the reason of increscent health service facilities in the area, herbal medicine seemed to be more related to health care and illness prevention than curation. There is a gradual loss of traditional information with respect to the usage of medicinal plants in younger generations.

**Keywords:** Ethnobotanical; Erzurum; medicinal; traditional; Turkey

## 1. INTRODUCTION

Turkey's flora is so rich comprising about 11,000 species 33% of which are endemic and Turkish people have utilized these plant for different aims. Alongside its rich flora, wide diversity of habitats are also in Turkey. Though, the rich flora and habitats have been threatened and have decreased swiftly over the last 40 years (Özhatay, 2006; Ozhatay et al., 2012). In Turkey ethnobotanical studies have been performed on since the Republican period began in 1923 and their effects and names have been documented, particularly these studies have increased in recent years (Baytop, 1999).

To the best of the authors knowledge, this is the first report to address the usage of medicinal plants in Askale. The purpose of this investigation was to introduce information about the utilization of traditional herbal medicine and other utilizations of plants in these districts.

## **2. MATERIALS AND METHODS**

### **2.1. Study area**

The largest geographical area of Turkey is Eastern Anatolia area and it is far away from effect of sea due to the surrounded by coastal mountain ranges (Tabata et al., 1994). Erzurum is located in the Upper Euphrates Section of Eastern Anatolian area. It is the largest city of Eastern Anatolia area with a population of 780.847 and an area of 25.066 km<sup>2</sup>, and it is the old settlement. It lies between 40°15' and 42° 35' eastern longitudes and 40° 57' and 39° 10' northern. Erzurum is neighbour to Kars and Ağrı in east, Rize, Artvin, and Ardahan in north, Erzincan and Bayburt in West, Bingöl and Muş in south. Mean Daily temperature is - 8.6 °C in winter and 19.6 in summer. Annual rainfall is 453 mm and number of days on which it snows is 50 days. The duration of snow cover is 114 days long (Tortum et la., 2015; Atabeyoglu et al., 2009).

### **2.2. Data collection**

Field research was carried out by collecting ethnobotanical knowledge during structured and semi-structured interviews with informed people native to 20 villages. Shepherds, midwives, healers, woodsmen, beekeepers, farmers, housewives, mukhtar, teachers and people collecting herbs and plants, namely a total of 197 people were interviewed at face to face. 108 of informants were women (54.82%) while remaining 89 were men. The age of interviewees different from 29 to 97, mean age being 61 years. For each recorded plant one questionnaire was filled during conversations and in addition, videos, photos and records were taken from these people with their permission. Interviews were carried out at various places (tea houses, gardens, mosques, farms, houses and fields etc.).

### **2.3. Plant materials**

The collected plants were pressed and identified by authors. Plants were identified using The Flora of Turkey and East Aegean Islands (Davis, 1972). Voucher specimens were kept at Herbarium of Faculty of Science, Atatürk University (ATA).

### **2.4. Ethnobotanical indices**

#### **2.4.1. Informant consensus factor**

Informant Consensus Factor (ICF) was firstly improved by Trotter and Logan (Trotter et al., 1986) and then rearranged by Heinrich (Heinrich, 2000). Consensus methodology ensures a prediction of significance of each plant species in traditional information (Amiguet et al., 2005).

#### **2.4.2. Use value**

The use value (UV) shows relative significance of plants recognized locally. The formula utilized for prediction of UV was  $UV = \sum U_i / N$ , where  $U_i$  is number usage report cited by a significant for a taxon and N to number of sources (Trotter et al., 1986; Tardio et al., 2008; Bano et al., 2014).

#### **2.4.2. Fidelity level**

Friedman et al. improved fidelity level (FL) index and FL guesses the most chosen taxon for the curation of a particular disorder within a use category (Friedman et al., 1986; Alexiades et al., 1996).



### 3. RESULTS

A total of 197 participants (108 female, 89 male) were interviewed. Whole of informants were native and they were living in villages. 59 of participants had never received education. Most of females who utilized plants were housewives, while most of males were farmers (Table 1).

A total of 126 medicinal plant taxa were collected in Askale region and they belong to 44 plant families. Among them, 102 species are wild and 24 species are cultivated plants. 126 plants defined in area prepared in alphabetical order of their family and botanical names are given in Table 2.

*Scorzonera tomentosa*, *Tragopogon aureus*, *Cephalaria anatolica*, *Alcea calvertii* and *Thymus haussknechtii* are endemic species with therapeutic uses (Table 2). The most common medicinal plant families were Asteraceae (19), Rosaceae (15), Lamiaceae (9), Apiaceae (7), Liliaceae (6), Malvaceae (4) and Poaceae (4). The most widely utilized plant organs to prepare remedies were aerial parts (39), leaves (30), fruits (28), flowers (27), roots (12), seeds (9) and barks (7), however branches, bulbs, styluses, stems, testas and tubers were also utilized in some of remedies. The major methods for preparing remedies were decoction, infusion, fresh, chewing, crushing and cooking. Remedies were mostly taken internally (54%) (Tab. 2). During study a total of 317 medicinal uses were obtained. Informants used medical plants most frequently for treatment of wounds and skin disorders (49), gastrointestinal and liver disorders (42), respiratory diseases (19), gynaecological diseases and male problems (16), kidney and urinary system disorders (13), diabetes (12), anaemia and hemostatic (11) and rheumatism (9). Cardiovascular problems (8) and neurologic, mouth and teeth (7) are other prevalent complaints cured with herbal remedies. Wounds and skin disorders, gastrointestinal and liver were cured with the highest variety of medicinal plant species.

The species *Plantago* spp, *Malva neglecta*, *Rheum ribes* and *Rumex crispus* were determined the most widely utilized medicinal plants and were recorded at these literatures in Erzurum. The reported disorders were grouped into 10 categories depending upon the knowledge obtained from the informants. Table 3 demonstrates FIC values of the category of disorders. Wounds and skin disorders had the highest FIC score (0.81). *Alkanna orientalis* (0.66), *Malva neglecta* (0.63), *Plantago major* (0.59), *Hyoscyamus niger* (0.58), *Urtica dioica* (0.58), *Malva sylvestris* (0.57), *Cephalaria tchihatchewii* (0.56), *Rumex crispus* (0.56), *Prunus armeniaca* (0.56), *Rheum ribes* (0.53), *Plantago lanceolata* (0.52) and *Rosa foedita* (0.51) had the highest UVs (Tab. 2).

### 4. DISCUSSION and CONCLUSION

It was sighted that some medicinal plant taxa were widely utilized for commercial aims by virtue of investigation conducted in study regions. *Prangos ferulacea* (çaşır, çağşır), *Gundelia tournefortii* (kenger, kelenk), *T. reticulatus* (yemlik), *T. buphthalmoides* (yemlik), *Cornus mas* (kızılçık), *Juglans regia* (Ceviz, bubik, çinko), *Morus alba* (dut, tut), *M. nigra* (kara dut), *Rheum ribes* (eşgin, ışgın), *Rosa canina* (kuşburnu), *Malus sylvestris* (yabani elma, dağ elması), *Mespilus germanica* (muşmula), *Solanum tuberosum* (kartol) and *Urtica dioica* (ısırgan) are among herbs and fruits widely collected, cultivated and sold in regions. The findings of this investigation revealed some interesting knowledge on plant utilizations such as using *Euphorbia* spp. which is usually known to be poisonous, is utilized for curation of

several diseases in area. The aerial part and latex of *Euphorbia* spp. are used for treating rheumatism and stomach disorders, respectively. Whole villages of region people mentioned that *Cephalaria* species have been used for hemostatic and wound healing. Also *Plantago* spp. and *Malva* spp. have been utilized for wounds as anti-inflammatory. In consequence of the study of the plant names, it was determined that most of the plant names were found to be derived from Turkish. Gümüşhane, Erzincan, Kars, Bingöl, Muş and Ağrı are close to our field of investigation. In accordance with these literatures, *Prangos ferulacea* (diabetes), *Achillea biebersteinii* (wounds), *A. millefolium* (wounds), *Anthemis* spp. (stomachache), *Cichorium intybus* (wounds), *Alkanna* spp. (wounds), *Cannabis sativa* (infertility), *Cephalaria* spp. (wounds), *Mentha* spp. (expectorant), *Salvia* spp. (hemostatic), *Malva* spp. (wounds), *Rheum ribes* (diabetes), *Ranunculus* spp. (rheumatism), *Rosa* spp. (haemorrhoid) and *Urtica dioica* (rheumatism) have similar uses. Because of geographical structure and local problems faced in Eastern Turkey, there are hardly any studies performed on plants. Thus, this investigation might be a significant and meaningful resource for further ethnobotanical investigation in the area. This is the first extensive investigation of the traditional utilization of medicinal plants in the Askale (Erzurum), situated in the east and north parts of Turkey.

#### FUNDING

This work was supported by the Ministry of Forestry and Water Work Natural Protection and General Directorate of National Parks.

#### REFERENCES

- Alexiades MN. Selected Guidelines for Ethnobotanical Research: A Field Manual Advances in Economic Botany. Bronx P: The New York Botanical Garden; 1996.
- Amiguet VT, Arnason JT, Maquin P, Cal V, Vindas PS, Poveda L. A consensus ethnobotany of the qechi maya of Southern Belize. *Econ. Bot.* 2005;59:29–42. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2005\)059\[0029:ACEOTQ\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2005)059[0029:ACEOTQ]2.0.CO;2)
- Atabeyoğlu Ö, Turgut H, Yeşil P, Yılmaz H. Transformation of a historical city:Erzurum city. *J. ITU / arc, plan, des.* 2009;8(1):41–53.
- Bano A, Ahmad M, Hadd AB, Saboor A, Sultana S, Zafar M, et al. Quantitative ethnomedicinal study of plants used in the skardu valley at high altitude of Karakoram-Himalayan range, Pakistan. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 2014;10:1–17. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-43>
- Baytop T. *Therapy with Medicinal Plants in Turkey (Past and Present)*, 2nd ed. Istanbul: Nobel Medicine Publication; 1999.
- Davis PH. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vols. 1–9. Edinburgh: Edinburgh University Press; 1972.
- Friedman J, Yaniv Z, Dafni A, Palewitch D. A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev Desert, Israel. *J. Ethnopharmacol.* 1986;16:275–287. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(86\)90094-2](https://doi.org/10.1016/0378-8741(86)90094-2)
- Heinrich M. Ethnobotany and its role in drug development. *Phytotherapy Res.* 2000;14: 479–488. [https://doi.org/10.1002/1099-1573\(200011\)14:7<479::AID-PTR958>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/1099-1573(200011)14:7<479::AID-PTR958>3.0.CO;2-2)

- Özhatay N. Important plant areas along the BTC pipeline in Turkey. İstanbul: BTC Şirketi; 2006.
- Ozhatay N, Kocyigit M, Bona M. İstanbul'un ballı bitkileri. İstanbul: BAL-DER,; 2012.
- Tabata M, Sezik E, Honda G, Yeşilada E, Goto K, Ikeshiro Y. Traditional medicine in Turkey III: folk medicine in East Anatolia; Van and Bitlis provinces. *J. Pharmacogn.* 1994;32:3–12. <https://doi.org/10.3109/13880209409082966>
- Tardio J, Pardo-de-Santayana M. Cultural importance indicates: a comparative analysis based on the useful wild plants of Southern Cantabria (Northern Spain). *Econ. Bot.* 2008;62:24–39. <https://doi.org/10.1007/s12231-007-9004-5>
- Tortum A, Bolakar H, Çodur MY, Kabakuş N. The Analysis of Traffic Accidents in Erzurum Province and Its Districts Through Use of Geographical Information Systems. *Journal of Traffic and Logistics Engineering* 2015;3 (2):115–119.
- Trotter RT, Logan MH. Informant consensus: a new approach for identifying potentially effective medicinal plants. New York: Redgrave Publishing Company, Bredford Hills; 1986.

**Table 1.** Demographic characteristics of the participants.

<b>Demographic characteristics</b>	<b>Number</b>
<b>Age</b>	
29-39	18
40-49	39
50-59	55
60-69	46
70 and above	39
<b>Sex</b>	
Female	108
Male	89
<b>Educational level</b>	
Illiterate	59
Primary school	89
Secondary school	34
High school	12
University	3
<b>Employment status</b>	
Housewife	108
Farmer	56
Pensioned	19
Shepherd	8
Other jobs	6
Total	197

**Table 2.** Medicinal plants of the research region Askale (Erzurum-Turkey).

No	Family	Plant species, voucher specimen, endemism	Local name	Plant part (s) used <sup>a</sup>	Preparation <sup>b</sup>	Adm. <sup>c</sup>	Use	UV
1.	Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i> L., ATA 9871	Boğa diken	Roo	Cru add onion, soap and milk	Ext	antiinflammatory	0.13
2.	Apiaceae	<i>Heracleum apiifolium</i> Boiss., ATA 9872	Kekire	Fru Ste, lea	Dec Dec	Int Int	carminative asthma, bronchitis	0.02 0.33
3.	Apiaceae	<i>Prangos ferulacea</i> (L.) Lindl., ATA 9873	Çaşır, çağşır	Roo	Dec	Int	diabetes, cholesterol	0.44
4.	Apiaceae	<i>Pimpinella anisum</i> L., ATA 9874	Mandak	Young ste and bra	Raw	Eat		0.54
5.	Apiaceae	<i>Anthriscus nemorosa</i> (M.Bieb.) Spreng., ATA 9875	Hırhındık, gımi	Fru Aer	Dec Dec	Int Ext	carminative wounds	0.12 0.12
6.	Apiaceae	<i>Ferula orientalis</i> L., ATA 9876	At çaşır, çağşır	Roo	Dec	Int	diabetes	0.24

7.	Apiaceae	<i>Zosima absinthifolia</i> Link, ATA 9877	Peynir otu, gımi	Lea	Dec	Int	diabetes	0.25
8.	Anacardiaceae	<i>Cotinus coggyria</i> Scop., ATA 9878	Karbaç/g arbaç	Fru	Dec	Int	diabetes	0.19
						drink one tea glass of the plant after the meal		
9.	Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L., ATA 9879	Civanperçemi, Kılıç otu	Lea	Cru	Ext	wounds, hemostatic	0.47
				Flo	Dec	Int	gynecological diseases, menstrual irregularity	0.31
10.	Asteraceae	<i>Carduus nutans</i> L., ATA 9880	Deve dikeneni	Aer	Dec	Int	liver diseases	0.11
						Before breakfast		
11.	Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L., ATA 9881	Çatlangoz, Çatlangoz, çatlangos, baldır, mavi çiçek, çatlankuş	Aer with flo	Ps	Ext	wounds	0.42
						Cut into small pieces then heat in butter		
				Aer with flo	Inf	Int	stomach disorders	0.25
				Lea	Raw	Int	abdomen and stomach-ache	0.21
						Chew, drink juice		
12.	Asteraceae	<i>Achillea biebersteinii</i> Hub.-Mor.,	Kılıç otu	Lea	Cru	Ext	wounds, hemostatic	0.18
				Lea	Cru	Ext	wounds	0.31



		9891					as gum	
				Gum	Raw	Int	against	0.33
						Chew	intestinal	
						roots	parasites in human	
22.	Asteraceae	** <i>Scorzonera tomentosa</i> L., ATA 9892	Yakıotu, Çam sakızı, sakız	Roo	Raw	Eat	diabetes	0.10
23.	Asteraceae	<i>Tragopogon reticulatus</i> Boiss. et Huet, ATA 9893	Yemlik	Who	Raw	Ext Juice of roots used as gum	plaster, wounds, intestinal inflammation	0.41
24.	Asteraceae	<i>Tragopogon buphthalmoides</i> (DC.) Boiss., ATA 9894	Yemlik	Who	Raw	Ext Juice of roots used as gum	plaster, wounds, intestinal inflammation	0.23
25.	Asteraceae	** <i>Tragopogon aureus</i> Boiss., ATA 9895	Yemlik	Who	Raw	Ext Juice of roots used as gum	plaster, wounds, intestinal inflammation	0.35
26.	Asteraceae	<i>Xanthium strumarium</i> L., ATA 9896	Dapdirik, gabalak	Lea	Raw	Ext Wrap ped in a cloth, wait for 1 day	heat stroke in children	0.11
27.	Asteraceae	<i>Artemisia absinthium</i> L., ATA 9897	Acı yavşan otu	Aer with flo	Raw	Int Chew ed, drink	stomachache	0.10

juice

28.	Berberid aceae	<i>Berberis crataegina</i> DC., ATA 9898	Kızambu k, karambu k, dreşik	Roo	Boi	Ext Bathi ng with yello w juice	jaundice in children	0.54
29.	Betulace ae	* <i>Corylus avellana</i> L., ATA 9899	Fındık	Lea	Boi with aerial part of <i>R.kotschyi</i> , leaf of <i>J. regia</i> and aerial part of <i>U. dioca</i>	Ext Bathi ng with 1 hour	infertility in women	0.11
30.	Boragina ceae	<i>Alkanna orientalis</i> (L.) Boiss., ATA 9900	Havaciva	Roo	Cru coo with butter, add beeswax, wait 1 day	Ext	wounds, ambustion, scar	0.66
					Cru with olive oil, added beeswax	Ext	wounds, ambustion, scar	0.42
					Coo with tail fat, pitch and beeswax	Ext Wrap ped in a cloth	fracture, bruise	0.34
					Cru mix with olive oil and egg yolk	Ext Wrap ped in a cloth	wounds, ambustion, scar	0.38
				Lea	Cru mix goat oil, tall	Ext Wrap	wounds, ambustion,	0.13



					oil and henna	ped in a cloth	scar	
31.	Cannabi naceae	* <i>Cannabis sativa</i> L., ATA 9901	Kenevir, kendir, çedene	Aer	Cru mix with goat oil and beeswax, waited in cold	Int as suppsi tory	infertility in women	0.08
32.	Caprifoli aceae	<i>Viburnum lantana</i> L., ATA 9902	Germeşe	Young Fru	Raw	Eat	diabetes	0.07
33.	Chenopo diaceae	<i>Beta lomatogona</i> Fisch. & C.A.Mey., ATA 9903	Kızılca	Aer	Dec	Int Befor e the breakf ast	constipation	0.21
34.	Chenopo diaceae	<i>Beta trigyna</i> Waldst. & Kit., ATA 9904	Kızılca	Aer	Dec	Int Befor e the breakf ast	constipation	0.06
35.	Chenopo diaceae	<i>Chenopodiu m glaucum</i> L., ATA 9905	Horoz lelesi	Aer	CAF	Eat	digestive	0.10
36.	Clusiace ae	<i>Hypericum scabrum</i> L., ATA 9906	Kızılıcık otu, kesik otu	Lea	Cru	Ext	wounds, scar	0.11
37.	Clusiace ae	<i>Hypericum orientale</i> L., ATA 9907	Kızılıcık otu, kesik otu	Aer	Cru	Ext	wounds, scar	0.13
38.	Clusiace ae	<i>Hypericum davisii</i> Robson, ATA 9908	Kızılıcık otu, kesik otu	Aer	Cru	Ext	wounds, scar	0.17
39.	Convolv ulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L., ATA 9909	Sarmaşık	Lea	Cru	Ext	hemostatic	0.09
40.	Cornacea e	* <i>Cornus mas</i> L., ATA 9910	Kızılıcık	Fru	Boi, mix with butter and wheat flour	Ext	wounds,	0.21

41.	Cucurbitaceae	* <i>Cucurbita pepo</i> L., ATA 9911	Kabak	See	Dec Cru mix with honey	Int Eat 1 tablets poon before breakfast	diarrhea antihelmentic	0.33 0.30
				Fru	Halved, hea with olive oil	Inh	antiinflamma tory, infertility, menstruation pain	0.27
42.	Cucurbitaceae	* <i>Cucumis sativus</i> L., ATA 9912	Salatalık	Young Per	Raw	Ext	headache	0.10
43.	Cupressaceae	<i>Juniperus communis</i> L., ATA 9913	Sırtı, ardıç, çirtı, çekim	Bar	Cru mix with egg	Ext	fracture	0.22
				Ste	Tar	Ext	skin disorders,	0.33
44.	Cupressaceae	<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb., ATA 9914	Sırtı, ardıç, çirtı, çekim	Bar	Cru mix with egg	Ext	fracture	0.22
45.	Dipsacaceae	<i>Cephalaria tchihatchewii</i> Boiss., ATA 9915	Gevreik, gevreyik, gevrek	Aer	Raw	Cru	hemostatic, wounds,	0.56
46.	Dipsacaceae	** <i>Cephalaria anatolica</i> Shkhiyan, ATA 9916	Gevreik, gevreyik, gevrek	Aer	Raw Cru	Ext	hemostatic, wounds	0.44
47.	Dipsacaceae	<i>Cephalaria aristata</i> K.Koch, ATA 9917	Gevreik, gevreyik, gevrek	Aer	Cru Raw	Ext	hemostatic, wounds	0.34
48.	Elaeagnaceae	<i>Hippophae rhamnoides</i> L., ATA 9918	Ekşi, yabani iğde	Lea	Dec	Int	diabetes	0.13
49.	Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	İğde	Lea	Dec	Int	diabetes	0.13

		L., ATA 9919							
50.	Equiseta ceae	<i>Equisetum ramosissimu m</i> Desf., ATA 9920	Kırkkilit otu, incik otu	Aer	Inf	Int	antitussive, cough, colds and flu	0.12	
51.	Euphorbi aceae	<i>Euphorbia orientalis</i> L., ATA 9921	Sütlücan	Lat	Ps	Int	malaria	0.03	
52.	Euphorbi aceae	<i>Euphorbia oblongifolia</i> (K.Koch) K.Koch, ATA 9922	Sütlücan, sütleğen	Aer	Cru hea in olive oil	Ext Appli ed on kness for 2– 3 hours in a day, for 15 days,	rheumatism	0.11	
				Lat	Raw	Int	stomach disorders	0.01	
53.	Fabaceae	<i>Astragalus microcephalu s</i> Willd., ATA 9923	Geven	Roo	Gum	Ext	hand cracks	0.28	
54.	Fabaceae	* <i>Cicer arietinum</i> L., ATA 9924	Nohut	See	Boi	Eat	diarrhea	0.47	
55.	Fagaceae	** <i>Quercus macranthera</i> Fisch. & C.A.Mey. ex Hohen., ATA 9925	Palut, pelit	Fru	Dec	Int	diabetes	0.01	
56.	Fumariac eae	<i>Fumaria officinalis</i> L., ATA 9926	Şahtere	Aer	Dec	Int	hypertension	0.02	
57.	Grossula riacea	<i>Ribes orientale</i> Desf., ATA 9927	Ağun	Fru	Dec	Int	diabetes, cholesterol	0.01	
58.	Iridaceae	<i>Iris iberica</i>	Susen	Flo	Raw	Eat	appetizer	0.12	

		Steven, ATA 9928						
59.	Lamiaceae	<i>Mentha longifolia</i> (L.) L., ATA 9929	Yarpuz	Aer	Dec.	Ext Wrap ped in a cloth	headache, bronchitis,	0.33
				Aer with flo	Cru mix with yogurt	Ext Wrap ped in a cloth	ecchymosis	0.08
60.	Lamiaceae	<i>Mentha aquatica</i> L., ATA 9930	Su nanesi	Lea	Dec	Int	sore throat and hoarseness	0.11
61.	Lamiaceae	<i>Salvia verticillata</i> L., ATA 9931	Adaçayı, Gendoş otu	Aer with flo	Dec with <i>Helichrysum plicatum</i> and <i>Thymus sipyleus</i>	Int	hepatic diseases, haemorrhoids, digestive, menstrual pain	0.20
62.	Lamiaceae	<i>Salvia syriaca</i> L., ATA 9932	Gendoş otu	Aer	Inf	Int	abdominal pain, expectorant	0.09
63.	Lamiaceae	<i>Stachys balansae</i> Boiss. & Kotschy, ATA 9933	Çayçe	Flo	Raw, mix with goat milk	Int	nausea, cardiovascular system diseases	0.02
64.	Lamiaceae	<i>Sideritis montana</i> L., ATA 9934	Dağçayı	Aer	Inf	Int	carminative, antihypertensive, stomachache	0.11
65.	Lamiaceae	<i>Lamium garganicum</i> L., ATA 9935	Mayasıl otu	Flo	Dec	Int	kidney stones, antitussive, shortness of breath, haemorrhoid	0.07
66.	Lamiaceae	<i>Origanum rotundifolium</i> Boiss., ATA 9936	Nişoş	Aer	Inf	Int	cough, sedative, stomach ailments	0.31
67.	Lamiaceae	<i>Micromeria</i>	Çemen	Lea	Dec	Int	gastric	0.09

	ae	<i>fruticosa</i> (L.) Druce, ATA 9937							
68.	Liliaceae	<i>Asphodelus aestivus</i> Brot., ATA 9938	çiriş, kiriş	Aer	Raw	Eat	digestive	0.11	
69.	Liliaceae	<i>Eremurus spectabilis</i> M.Bieb., ATA 9939	çiriş, kiriş	Aer	Raw	Eat	digestive	0.13	
70.	Liliaceae	<i>Asparagus officinalis</i> L., ATA 9940	Kuşkon maz, meroci	Aer	Dec	Int	cardiac disorders, antihypertens ive	0.02	
71.	Liliaceae	* <i>Allium cepa</i> L., ATA 9941	Soğan	Bul	Coo	Ext	antiinflamma tory, scar, wounds	0.32	
				Lea, bul	Raw	Eat	galactagogue	0.44	
				Bul	Boi	Ext	toothache, gingivitis, thrush	0.09	
					Cru Cru mix salt	Ext Int Before breakf ast	ecchymosis antihelmentic	0.34 0.11	
72.	Liliaceae	* <i>Allium sativum</i> L., ATA 9942	Sarımsak	Bul	Cru mix with honey	Int	cardiac disorders, antihypertens ive	0.08	
					Cru added root of <i>Eryngium campestre</i> , soap and milk	Ext	antiinflamma tory, scar, wounds	0.09	
					Cru	Ext	rheumatism, Massa		

73.	Liliaceae	<i>Allium schoenoprasum</i> L., ATA 9943	Yabani soğan, it soğanı	Aer	Cru	ge to hands and foot Ext Wrap ped in a cloth	rheumatism	0.22
74.	Juglandaceae	* <i>Juglans regia</i> L., ATA 9944	Ceviz, bubik, cinko	Bar, per	Dec	Int	diarrhea, hair loss, diuretic	0.11
				Lea	Cru	Ext	emollient for hand and foot	0.21
					Raw	Ext mix with cold water	antipyretic, heat prostration	0.29
				Young fru	Cru	Ext Wrap ped in a cloth, for 2-3 hours in a day	goitre	0.22
75.	Malvaceae	<i>Malva neglecta</i> Wallr., ATA 9945	Ebegü meci, ebeköme ci, ebegüme ci	Aer	Boi	Inh	cold, expectorant, bronchitis, asthma	0.63
				Lea	Boi	Ext	wounds, scar, anti inflammatory	0.56
				Aer	Boi	Ext	rheumatism	0.44
					Dec	Int	cold, expectorant, bronchitis, asthma, ulcer	0.39
				Roo or who	Raw	Int Intrav	abortion	0.02

aginal

				Aer	Coo with milk	Ext	throat ache,	0.31
						Wrap	expectorant,	
						ped in	bronchitis,	
						a	asthma	
						cloth		
				Lea	Dec with leaf of <i>Plantago major</i>	Int	antiinflamma tory, ulcer	0.29
					Boi, mix with barley meal	Ext	tubercle,	0.17
							ecchymosis	
76.	Malvace ae	<i>Malva sylvestris</i> L., ATA 9946	Ebemgü meci, ebeköme ci, ebegüme ci	Aer with flo	Dec	Inh	cold, expectorant, bronchitis, asthma	0.44
				Lea	Dec	Ext	wounds, scar,	0.57
							anti inflammatory	
				Lea	Dec with leaf of <i>P. major</i>	Int	antiinflamma tory, ulcer	0.30
77.	Malvace ae	** <i>Alcea calvertii</i> (Boiss.) Boiss., ATA 9947	Gülfatma , Devegül ü, Fatmaciç egi	Flo, Fru, Lea	Dec	Int	antiinflamma tory	0.21
78.	Malvace ae	* <i>Tilia rubra</i> DC., ATA 9948	Ihlamur	Roo Flo	Dec Dec	Int Int	stomachache cold and flu	0.05 0.04
79.	Moracea e	* <i>Morus alba</i> L., ATA 9949	Dut	Fru	Dec	Int	throatache, expectorant	0.32
					Dec	Ext	antipyretic	0.39
					Dec	Inh	infertility in women, throat ache	0.22
					Cru	Ext	mastitis	0.27
						Wrap ped in a cloth		

							for 1-2 hours in a day, for 15 days	
80.	Moraceae	* <i>Morus nigra</i> L., ATA 9950	Kara Dut	Fru	Dec	Int	aphtha	0.05
81.	Moraceae	* <i>Ficus carica</i> L., ATA 9951	İncir	Fru	Cru	Ext	wart	0.11
82.	Oleaceae	* <i>Olea europaea</i> L., ATA 9952	Zeytin	See	Cru Mix honey	Ext	wounds	0.07
83.	Pinaceae	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm., ATA 9953	Ladin	Bra, Ste	Tar	Ext	wounds	0.13
84.	Pinaceae	<i>Pinus sylvestris</i> L., ATA 9954	Çam	Bra, Ste	Res	Ext.	epilation	0.09
					Tar hea, mix with tail fat	Ext	ecchymosis, tubercle	0.17
85.	Poaceae	* <i>Triticum vulgare</i> Vill., ATA 9955	Den	See	Cru mix with egg white	Ext	fracture, ecchymosis, tubercle	0.38
86.	Poaceae	* <i>Zea mays</i> L., ATA 9956	Mısır püskülü, çağa	Sty	Dec	Int Befor e breakf ast	diuretic, kidney stone, prostate ailments	0.26
						Ext Used pulp	mammalgia	0.09
87.	Poaceae	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn., ATA 9957	Ayrık otu	Who	Dec	Int Befor e berakf ast	shortness of breath	0.05



88.	Poaceae	<i>*Hordeum vulgare</i> L., ATA 9958	Arpa	Tes	Cru mix with butter	Ext	wounds	0.08
				See	Dec	Ext	kidney stone, prostate ailments, urinary system diseases	0.03
					Cru mix with soap and egg white	Ext	fracture, ecchymosis, tubercle	0.16
					Cru and coo	Ext	psoriasis, skin disorders	0.04
89.	Polygona ceae	<i>Rumex crispus</i> L., ATA 9959	Evelik	Lea	Dec	Ext Used pulp	throat ache	0.56
					Dec	Ext	kidney stone, urinary system diseases, diuretic	0.25
				See	Dec	Int	kidney stone, urinary system diseases, diuretic	0.06
90.	Polygona ceae	<i>Rumex alpinus</i> L., ATA 9960	Nınıç	Lea	Inf	Int	digestive	0.04
91.	Polygona ceae	<i>Rheum ribes</i> L., ATA 9961	Eşgin, ışgın	Root	Dec	Int Befor e breakf ast	diabetes, twisting of leg	0.53
				Aer	Cru mix honey	Int	hemorrhoids	0.07
92.	Plantagin aceae	<i>Plantago media</i> L.,			Raw	Ext	mastitis, mammalgia,	0.33

		ATA 9962						slipped disc, furoncle, wounds	
					Dec		Ext	throat ache, urinary system diseases	0.41
93.	Plantagin aceae	<i>Plantago major</i> L., ATA 9963	Bağa yaprağı, bağa otu	Lea	Raw		Ext	mastitis, mammalgia, slipped disc, furoncle, wounds	0.59
					Dec		Ext	throat ache, urinary system diseases	0.49
94.	Plantagin aceae	<i>Plantago lanceolata</i> L., ATA 9964	Bağa yaprağı, bağa otu	Lea	Raw		Ext	mastitis, mammalgia, slipped disc, furoncle, wounds	0.52
					Dec		Ext	throat ache, urinary system diseases	0.38
95.	Ranuncu laceae	<i>Ranunculus grandiflorus</i> L., ATA 9965	Maya otu, Katır tırnağı	Aer	Raw		Ext	rheumatism	0.34
							Appli ed on knees for 20 min		
96.	Ranuncu laceae	<i>Ranunculus kotschyi</i> Boiss., ATA 9966	Katır tırnağı, mayıs çiçeği, düğün çiçeği	Flo	Cru		Ext	tinea pedis, furoncle	0.13
				Aer	Cru		Ext	furoncle, rheumatism	0.34
				with flo	mix with honey		Appli ed on knees		

							for 1-2 min		
97.	Ranunculaceae	<i>Ranunculus brachylobus</i> Boiss. & Hohen., ATA 9967	Mayasıl otu	Aer with flo	Boi		Int Intrarectal for 5 min	hemorrhoids	0.08
98.	Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i> Mill., ATA 9968	Çaltık, kara çalı	Fru	Dec		Int	diuretic, slimming	0.12
99.	Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L., ATA 9969	Kuşburnu	Fru	Dec		Int.	diuretic, prostate ailments, urinary system diseases, cold, flu	0.23
					Coo		Ext	ambustion	0.01
100.	Rosaceae	<i>Rosa villosa</i> L., ATA 9970	Sakız gülü	Fru	Dec		Int	hemorrhoids	0.12
101.	Rosaceae	<i>Rosa pimpinellifolia</i> Bunge, ATA 9971	Karakara, Koyun gözü	Fru	Dec		Int	hemorrhoids	0.48
102.	Rosaceae	* <i>Rosa damascena</i> Herm., ATA 9972	Gül	Flo	Mix with beeswax and honey		Ext	emollient	0.08
103.	Rosaceae	<i>Rosa foedita</i> Herm., ATA 9973	Kara kuşburnu	Fru	Dec		Int	hemorrhoids	0.51
104.	Rosaceae	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill., ATA 9974	Yabani elma, dağ elması	Fru	Dec		Int	diabetes	0.34
105.	Rosaceae	* <i>Prunus armeniaca</i> L., ATA 9975	Ekşi aşma	Fru	Raw		Int	constipation	0.56
					Boi		Ext	scorpion sting	0.04
106.	Rosaceae	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb., ATA	Salor	Fru	Raw		Int	diabetes	0.20

9976

107.	Rosaceae	<i>Crataegus pontica</i> K.Koch, ATA 9977	Alıç, aluç	Fru	Dec	Int	cardiac diseases, hypertension	0.32
108.	Rosaceae	<i>Crataegus orientalis</i> Pall. ex M.Bieb., ATA 9978	Alıç, aluç	Fru	Dec	Int	cardiac diseases, hypertension	0.21
109.	Rosaceae	* <i>Mespilus germanica</i> L., ATA 9979	Muşmula	Fru	Dec	Int	antipyretic	0.03
110.	Rosaceae	* <i>Cydonia oblonga</i> Mill., ATA 9980	Ayva	Lea	Dec	Int	asthma, bronchitis, cold, flu	0.06
				Young bar	Dec	Int	asthma, bronchitis	0.07
111.	Rosaceae	<i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pall., ATA 9981	Ahmedi armut, ahlat	Fru	Cru coo with flour	Int	diarrhea	0.15
112.	Rosaceae	<i>Rubus caesius</i> L., ATA 9982	Ahududu , jağ	Roo	Dec	Int	anaemia	0.01
113.	Rosaceae	<i>Cerasus prostrata</i> (Labill.) Ser., ATA 9983	Yaban kirazı	Lea	Dec	Int	anaemia	0.02
114.	Salicaceae	<i>Populus nigra</i> L., ATA 9984	Kara kavak	Bar	Cru mix with egg white and soap	Ext	fracture, dislocation	0.05
115.	Salicaceae	<i>Populus alba</i> L., ATA 9985	Ak kavak	Bar	Cru, mix with egg white and soap	Ext	fracture, dislocation	0.04
116.	Salicaceae	<i>Salix alba</i> L., ATA 9986	Söğüt	Bar	Dec	Ext	antiinflamma tory	0.32
117.	Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> L. sp., ATA 9987	Sığır kuyruğu, gırç, kürt odunu	Lea	Boi	Inh into the rectu m	hemorrhoids	0.01

118.	Solanaceae	* <i>Solanum tuberosum</i> L., ATA 9988	Kartol	Tub	Raw	Cut into small pieces then applied the head and foot	headache, foot pain	0.16
119.	Solanaceae	<i>Hyoscyamus niger</i> L., ATA 9989	Batbat, patpat, deli batbat	See	Hea	Inh	toothache	0.58
120.	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L., ATA 9990	Isirgan	Aer	Dec	Int	diuretic, urinary system diseases, shortness of breath	0.58
				See	Raw, mix with honey	Int Before breakfast	arthritis, hair loss	0.12
121.	Vitaceae	* <i>Vitis labrusca</i> L., ATA 9991	Kokulu üzüm	Fru	Dec	Int	anaemia, throat ache	0.05
122.	Vitaceae	* <i>Vitis vinifera</i> L., ATA 9992	Üzüm	Young fru	Mix with vinegar, cru	Ext Applied on armpit for 1-2 hours	heat prostration	0.02
123.	Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i> L., ATA 9993	Üzerlik otu	See	Fru Dec Dec	Int Int	anaemia shortness of breath, insomnia, sedative	0.47 0.45

\* Cultivated plants.

\*\* Endemic plants.

<sup>a</sup> Plant part(s) used: Aer: Aerial parts; Bar. Bark; Bra: Branches; Bul: Bulb; Flo: Flowers; Fru: Fruits; Lat: Latex; Lea: Leaves; Res: Resin; Roo: Roots; Ste: Stem; See: Seeds; Per: Pericarp; Sty: Stylus; Tes: Testa; Tub: Tuber; Who: Whole plant.

<sup>b</sup> Preparations: Boi. Boiled; Cooked: Coo; Cru: Crushed; Dec: Decoction; Hea; Heated; Inf: Infusion; Mixed: Mix; Ps: Paste

<sup>c</sup> Adm.: Administration: Int; Internal use. Ext; External use; Eat: Eaten as meal; Gar: Gargle; Inh: Inhalation

**Table 3.** ICF values of category of disorders.

No	Disorders	Number of Taxa	Number of use report	ICF
1.	Diabetes	12	18	0.51
2.	Wounds and Skin	49	60	0.81
3.	Respiratory Diseases	19	39	0.58
4.	Gynaecological Diseases and Male Problems	16	19	0.41
5.	Gastrointestinal and Liver	42	49	0.57
6.	Kidney and Urinary System	13	19	0.42
7.	Cardiovascular	8	10	0.44
8.	Neurologic, Mouth and Teeth	7	8	0.39
9.	Rheumatism	9	12	0.59
10.	Anaemia and Hemostatic	11	17	0.65

## ALIÇ MEYVESİNİN KONVEKTİF BİR KURUTUCUDA KURUTMA İŞLEMİ İÇİN TERMODİNAMİK BİR İNCELEME

**Ar. Gör. Serdar ARAL<sup>1\*</sup> and Prof. Dr. A.Vildan BEŞE<sup>1</sup>**

1 Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Erzurum, Türkiye

### ÖZET

Bu çalışmadaki amaç alıç meyvelerinin farklı hava hızı ve sıcaklıklarda kurutulmasında nem kaybı sonucu termodinamik bir yaklaşımla entropi ve entalpi karşılaştırmasını incelemek. Nem içeriğinin zamana bağlı bir ifadesi olan bir model denklem yardımı ile belirli nem içeriği değerleri hesaplanmıştır. Fick'in II. kanunu denklemine göre Fourier sayısının bir amprik ifadesi ile analitik çözüm, uzun süren kurutma periyodunda kararsız durumlar için tanımlanmıştır. Bu yöntem ile etkin difüzyon katsayısı değeri farklı kurutma şartlarındaki belirli nem içeriği değerlerine göre hesaplandı. Daha sonra termodinamik bir incelemede izokinetik sıcaklık elde etmek için iki alternatif yaklaşım kullanıldı. Farklı kurutma koşullarındaki 0,5 m/s, 0,9 m/s ve 1,3 m/s hava hızlarında izokinetik sıcaklık değerleri sırasıyla 309,18 K, 305,12 K ve 306,24 K bulundu. Bulunan bu üç değer de hesaplanan harmonik ortalama sıcaklık olan 332,95 K değerinden daha düşüktür. Bu da nem kaybı mekanizmasının entropi tarafından kontrol edildiği anlamına gelir.

**Anahtar Kelimeler:** termodinamik yaklaşım, entalpi, entropi, difüzyon, kurutma, alıç

## THERMODYNAMIC INVESTIGATION FOR DRYING IN A CONVECTIVE DRYER OF HAWTHORN FRUITS

### ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the comparison of entropy and enthalpy with a thermodynamic approach as a result of moisture loss during drying of hawthorn fruits at different air velocities and temperatures. With the help of a model equation which is a time dependent expression of moisture content, certain moisture content values were calculated. The analytic solution with an empirical expression of the Fourier number according to the Fick's II law equation is defined for unstable conditions during the long drying period. The effective diffusion coefficient value was calculated according to the specific moisture content values in different drying conditions. Then, two alternative approaches were used to obtain isokinetic temperature in a thermodynamic examination. The isokinetic temperature values at air velocities of 0.5 m/s, 0.9 m/s and 1.3 m/s at different drying conditions were found 309.18 K, 305.12 K and 306.24 K, respectively. The three values found are also lower than the calculated harmonic average temperature of 332.95K. This is also means that the moisture loss mechanism is controlled by the entropy.

**Keywords:** thermodynamic approach, enthalpy; entropy; diffusivity; drying; hawthorn

## 1. INTRODUCTION

The comparison of enthalpy-entropy is a thermodynamic phenomenon that is widely observed in physical, biological and chemical events [1-4]. In general, enthalpy leads to a greater reduction in strong intramolecular interaction and thus to a greater order of entropy. This shows that there may be a relationship between enthalpy and entropy [5].

Generally, there is a linear relationship between activation energy ( $E_A$ ) and natural logarithm of speed factor ( $k_0$ ) or between enthalpy ( $\Delta H^*$ ) and entropy ( $\Delta S^*$ ). These are from different branches of kinetic theories, the first from the reaction rate theory equation, and the second from the Arrhenius equation [6].

The comparison of Entropy-Enthalpy can be expressed using the reaction rate equation:

$$k = \frac{RT}{N_A h} \exp\left(\frac{\Delta S^*}{R}\right) \exp\left(\frac{-\Delta H^*}{RT}\right) \quad (1)$$

If there is an isokinetic temperature  $T_\beta$  for all the reactions involved, each of the rate constants has the same value in  $T_\beta$ . Eq. (1) If it is rewritten, Eq. (2) is obtained which gives the right side Gibbs free energy change. If both sides of Eq. (2) are divided by  $T_\beta$

$$\Delta H^* - T_\beta \Delta S^* = RT_\beta \ln\left(\frac{k N_A h}{T_\beta R}\right) = \Delta G^* \quad (2)$$

$$\Delta S^* = a \Delta H^* + b \quad (3)$$

$$a = 1/T_\beta \quad \text{ve} \quad b = -\Delta G^*$$

The speed factor-activation energy comparison is derived directly from the Arrhenius equation.  $\ln(k) = \ln(k_0) - \frac{E_A}{RT}$  (4)

$T_\beta$ , has the same value from each reaction rate constant. In Eq. (5), the right side is represented by a fixed B.

$$\ln(k_0) = A E_A + B \quad (5)$$

$$A = 1/RT_\beta \quad \text{ve} \quad B = \ln(k)$$

The enthalpy entropy comparison, change of  $\Delta H^*$  in Eq. (3) is compared with the value of change in  $\Delta S^*$  or the  $E_A$  changes in Eq. (5) is compared with change in  $\ln(k_0)$ .

From these relationships, the isokinetic temperature  $T_\beta$ , is calculated from the slope of the graph and is the temperature defined for all the related reactions of the rate constant [7].

The water molecules overflow the free energy barrier to make the diffusional jump. In this way the activation process can be seen as a single-molecule reaction, and if  $\varepsilon$  a significant diffusion bounce distance and  $k$  the specific reaction rate describes, effective diffusivity ( $D_{eff}$ ) is described by Ozilgen (1993) [8].

$$D_{eff} = k \varepsilon^2 \quad (6)$$



The effect of temperature can be expressed by the law of Arrhenius, and according to Eyring's theory,  $E_A$  and  $k_0$  parameters can be expressed by Ozildgen (1993)[8].

$$E_A = \Delta H^* + RT \quad (7)$$

$$k_0 = 2.72 \frac{RT}{N_A h} \exp\left(\frac{\Delta S^*}{R}\right) \quad (8)$$

The temperature dependence of effective diffusivity in foods and biological material is usually given by an Arrhenius type equation [9]. Eq. (10) is obtained if the Eq. (9) is linearized.

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right) \quad (9)$$

$$D_{eff} = D_0 \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right) \quad (10)$$

$$\ln(D_{eff}) = \ln(D_0) - \frac{E_A}{R} \frac{1}{T} \quad (11)$$

The comparison of enthalpy-entropy, Eq.(10) can also be written for similar diffusion such as Eq. (9). In this method, Eqs. (3) and (5) can be written as follows [8].

$$\overline{\Delta S^*} = a\Delta H^* + \bar{b} \quad (12)$$

Here  $a$ ,  $\bar{b}$ ,  $A$  and  $\bar{B}$  comparison parameters

$$B = \bar{B} + \ln(\varepsilon^2)$$

$$b = \bar{b} + \ln(\varepsilon^2)$$

$$\overline{\Delta S^*} = R \ln\left(\frac{D_0 N_A h}{2.72 RT}\right) \quad (13)$$

Fick's equation unstable for moisture loss (Eq. (15))  $D_{eff}$  for sphere geometries is considered to be variable during the drying process [10, 11].

$$MR = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n} \exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 D_{eff}}{r^2} t\right) \quad (14)$$

Here  $D_{eff}$  ( $m^2/s$ ) is assumed to be a function of time.

They recommends another solution of the diffusion model using the recommended analytical solution for spheres by Crank [12]. However, the authors developed the solution by adding a correction factor.

This factor was determined by using the minimum deviation condition from the complete solution of the diffusion equation given in Eq.(15). The factor is equal to 0.83 for a sphere. The diffusion coefficient is then determined using the following equation [13, 14].

$$D_{eff} = \frac{r^2}{\pi^2 t} (-\ln(MR))^{1/a} \quad (15)$$

Then by applying Eq. (11),  $D_0$  and  $E_A$  can be obtained for each selected moisture content and using Eqs. (13) and (7),  $\Delta S^*$  and  $\Delta H^*$  values are obtained respectively.

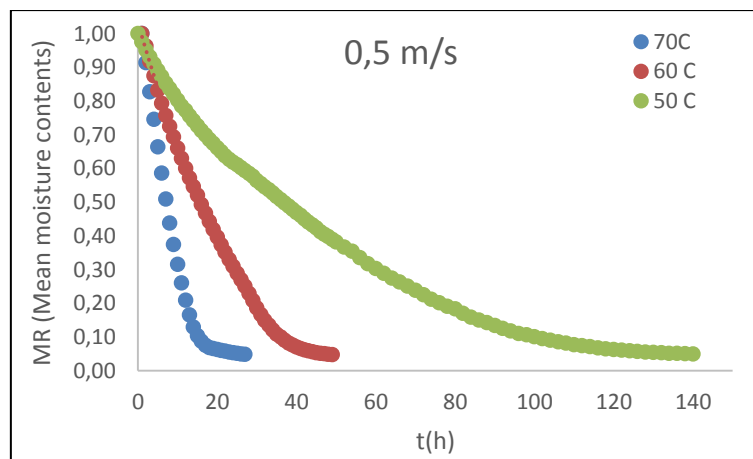
Equality, enthalpy and entropy with the value of Eq. (12), it is possible to calculate the isokinetic temperature  $T_\beta$  and Gibbs free energy.

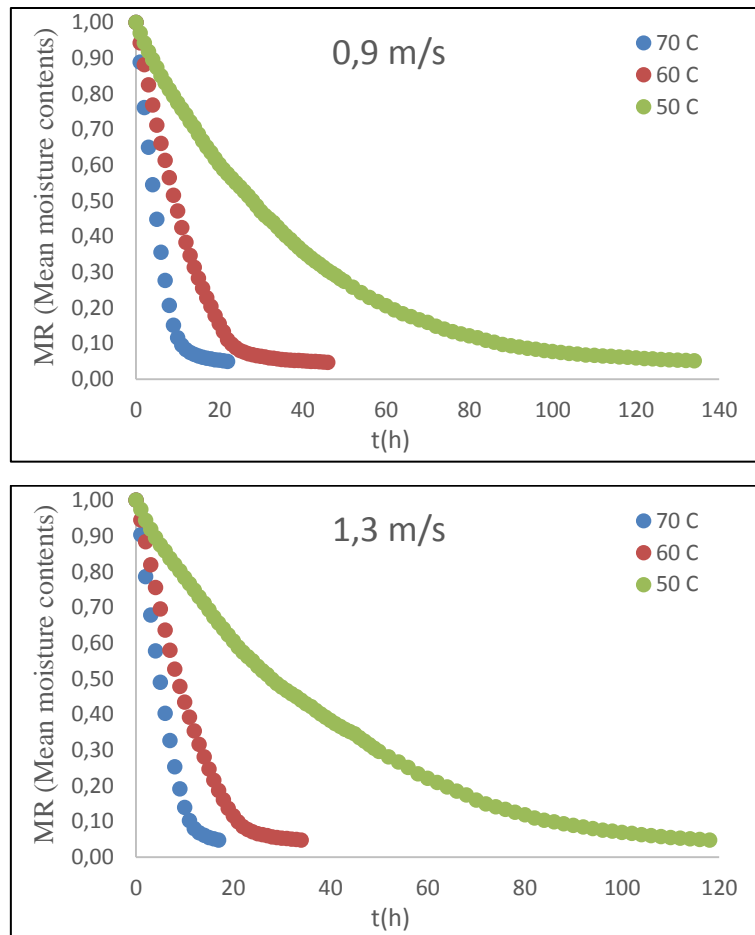
## 2. MATERIAL AND METHODS

In the experiments were employed the fresh hawthorn fruits. Initial moisture content of hawthorn fruits and average diameter were respectively measured about 70% (w.b) and 18,86 mm. Before the hawthorn samples are put on the tray of dryer, the system is expected to reach at steady state conditions. Drying conditions were made at 50, 60, and 70°C air temperatures in 0.5, 0.9 and 1.3 m/s of air velocity. Drying experiments of the hawthorn fruits were completed when moisture content decreased to from %70 to %11 moisture content. During the experiment, the samples were measured with digital scales (AND FX 3000, Japan) with hourly periods.

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

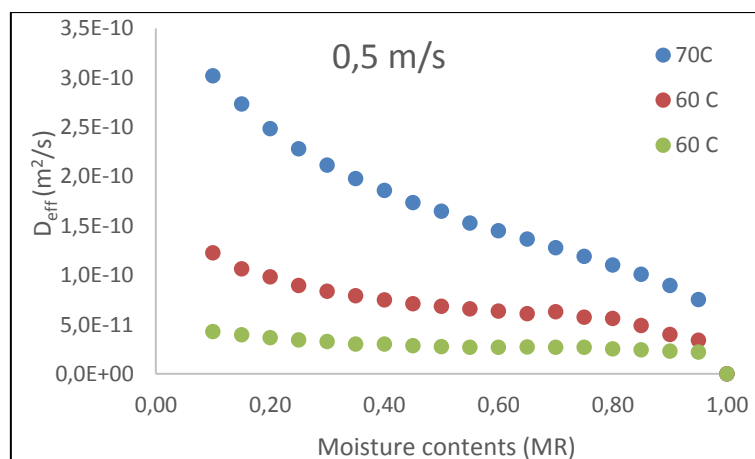
A conventional drying profile for moisture loss during drying of hawthorn samples at different temperatures is shown in Fig. 1.

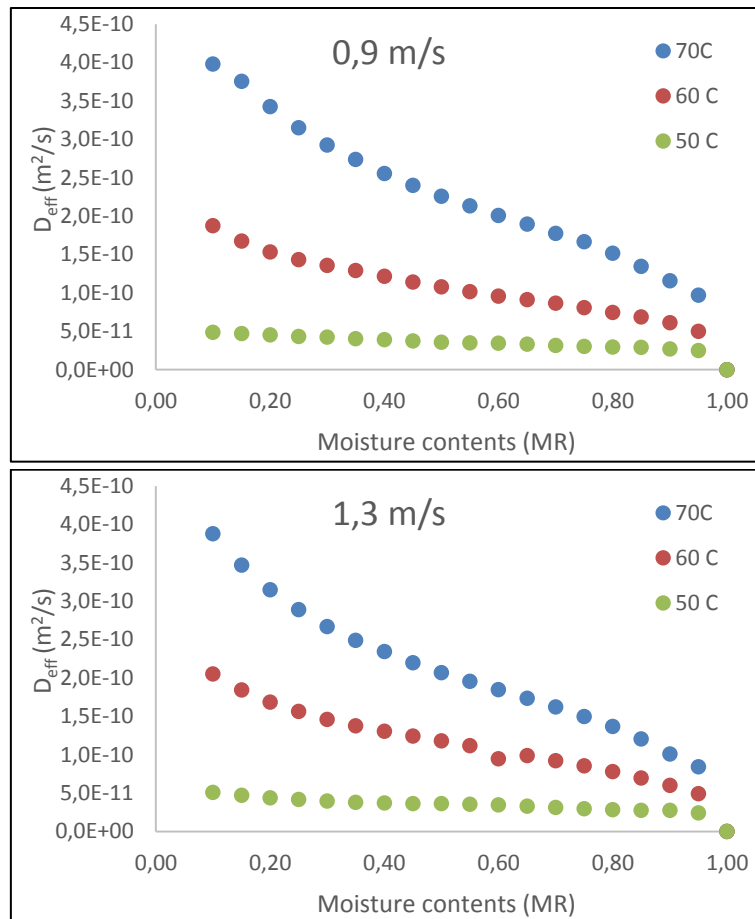




**Fig.1.** Moisture loss during drying of samples.

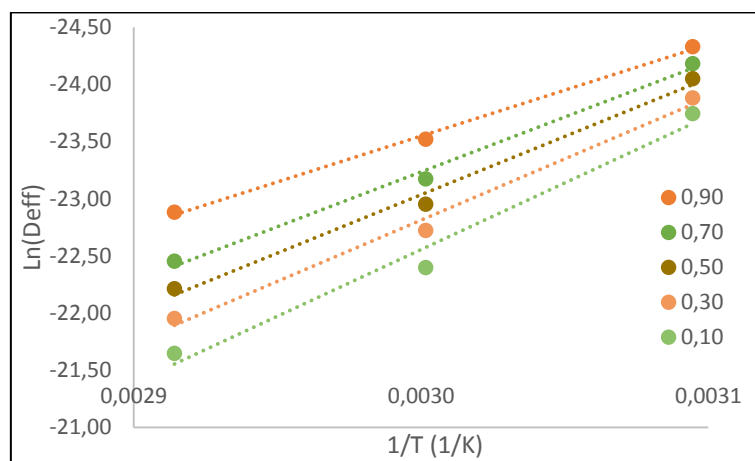
According to the sphere geometry of the moisture content of the hawthorn samples, the effective moisture distribution coefficient ( $D_{eff}$ ) during the drying process is determined by applying Eq. (15). In this way, for a given moisture content, the  $D_{eff}$  corresponding to each drying temperature is obtained.





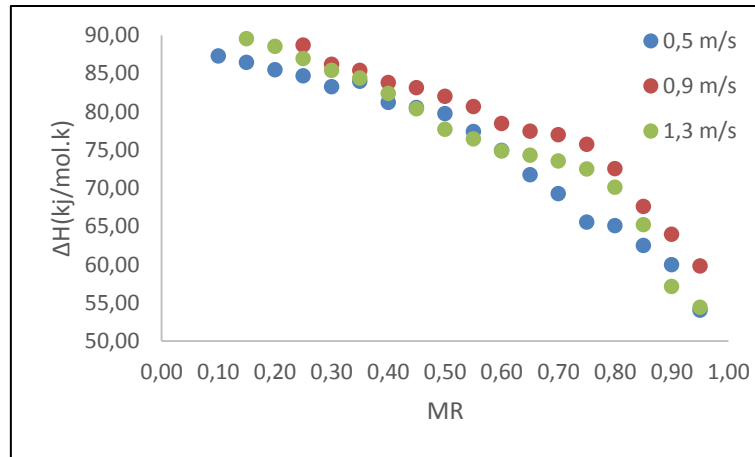
**Fig.2.** Changes in the effective diffusivity during drying as a function of moisture content.

The changes in the effective humidity diffusivity for the three different air temperatures used as a function of moisture content during drying of samples are shown in Figure 2.



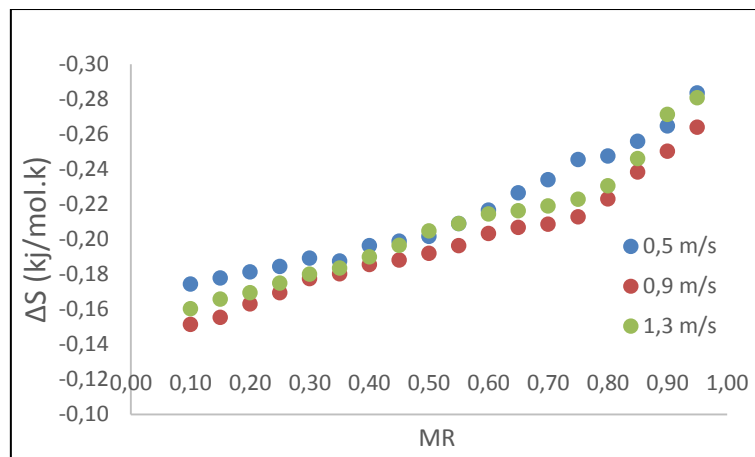
**Fig.3.** Effect of temperature and moisture content on effective diffusivity for samples.

For the non-dimensional moisture content selected during the drying of samples,  $1/T$  versus  $\ln(D_{eff})$  is shown in Figure 3.



**Fig 4.** Changes in enthalpy for water loss during drying as a function of moisture content.

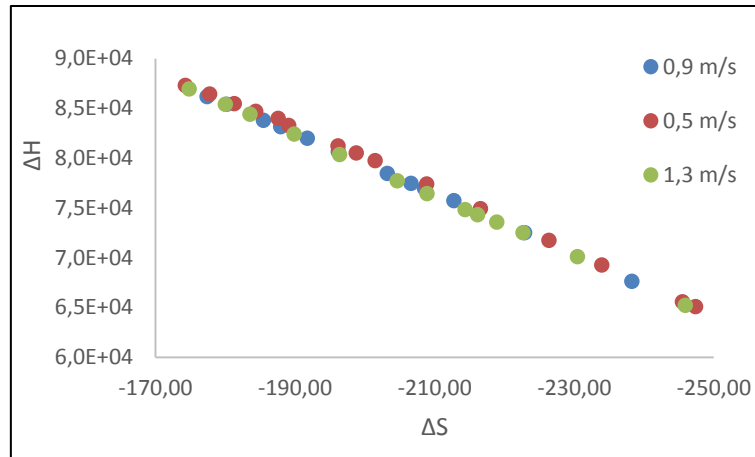
In this case, as the non-dimensional moisture content decreased, an increase in the activation energy was observed as a result of the increase in the graphic slope. The formation of the activated complex is an endothermic reaction ( $\Delta H^* > 0$ , Figure 4).



**Fig. 5.** Changes in entropy for water loss during drying as a function of moisture content.

Entropy  $\Delta S^*$ , increased during the drying process due to decreased moisture content (Figure 5). This behavior can be expected because, as the drying progresses, the sample becomes more dry and shows a more limited molecular motion.

The enthalpy of moisture loss during drying of hawthorn fruits varied from 54,03 to 94.16 kJ/mol.K, but the entropy values were found to be -0,28 to -0,15 kJ/mol.K. From Eq.(12),  $T_\beta$  was calculated as from 305,12 to 309,46 K from the linear data shown in Figure 6.



**Fig. 6.** Enthalpy-entropy relationship for water loss of sample during drying.

A linear chemical comparison pattern is available only if the isokinetic temperature differs from the harmonic mean temperature ( $T = T_{hm}$ ) [15, 16]. Harmonic average temperature:

$$T_{hm} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (1/T)} \quad (16)$$

$T_{hm}=332,95$ , some researchers  $T_{\beta} > T_{hm}$  if the process is controlled enthalpy  $T_{\beta} < T_{hm}$  the process stated that the entropy was controlled.  $T_{hm}$  obtained in our case is greater than  $T_{\beta}$ , which means that the mechanism of drying of water loss is controlled by entropy [17].

#### 4. CONCLUSIONS

As the drying continued, the enthalpy and entropy of the activated complex for the water loss of the samples decreased. Air drying of hawthorn samples was found to be a comparison of enthalpy-entropy for loss of water at 305,12-309,46 K isokinetic temperature. This temperature is significantly higher than the harmonic average temperatures determined at 332,95 K. Thus, the reaction mechanism is controlled by the entropy.

#### REFERENCES

1. Gabas, A., F. Menegalli, and J. Telis- Romero, *Water sorption enthalpy- entropy compensation based on isotherms of plum skin and pulp*. Journal of Food Science, 2000. **65**(4): p. 680-680.
2. Lai, V.M.F., et al., *Kinetic compensation effect in depolymerisation of food polysaccharides*. Food Chemistry, 2000. **68**(3): p. 319-325.
3. McMinn, W., A. Al-Muhtaseb, and T. Magee, *Enthalpy-entropy compensation in sorption phenomena of starch materials*. Food Research International, 2005. **38**(5): p. 505-510.
4. Polatoglu, B., et al., *Moisture adsorption isotherms and thermodynamics properties of sucuk (Turkish dry-fermented sausage)*. Food and Bioproducts Processing, 2011. **89**(C4): p. 449-456.
5. Liu, L. and Q.X. Guo, *Isokinetic relationship, isoequilibrium relationship, and enthalpy-entropy compensation*. Chemical Reviews, 2001. **101**(3): p. 673-695.
6. Rhim, J.W., V.A. Jones, and K.R. Swartzel, *Kinetic Compensation Effect in the Heat Denaturation of Whey-Protein*. Journal of Food Science, 1990. **55**(2): p. 589-&.

7. Labuza, T.P., *Enthalpy-Entropy Compensation in Food Reactions*. Food Technology, 1980. **34**(2): p. 67-77.
8. Ozilgen, M., *Enthalpy - Entropy and Frequency Factor - Activation-Energy Compensation Relations for Diffusion in Starch and Potato Tissue*. Starch-Starke, 1993. **45**(2): p. 48-51.
9. Gekas, V., *Transport phenomena of foods and biological materials*. 2017: Routledge.
10. Gupta, P., U.S. Shivhare, and A.S. Bawa, *Studies on frying kinetics and quality of French fries*. Drying Technology, 2000. **18**(1-2): p. 311-321.
11. Krokida, M.K., et al., *Deep fat frying of potato strips - Quality issues*. Drying Technology, 2001. **19**(5): p. 879-935.
12. Crank, J., *The mathematics of diffusion*. 1979: Oxford university press.
13. Efremov, G. and T. Kudra, *Model-based estimate for time-dependent apparent diffusivity*. Drying Technology, 2005. **23**(12): p. 2513-2522.
14. Efremov, G. and T. Kudra, *Calculation of the effective diffusion coefficients by applying a quasi-stationary equation for drying kinetics*. Drying Technology, 2004. **22**(10): p. 2273-2279.
15. Krug, R., W. Hunter, and R. Grieger, *Enthalpy-entropy compensation. 1. Some fundamental statistical problems associated with the analysis of van't Hoff and Arrhenius data*. The Journal of Physical Chemistry, 1976. **80**(21): p. 2335-2341.
16. Krug, R., W. Hunter, and R. Grieger, *Enthalpy-entropy compensation. 2. Separation of the chemical from the statistical effect*. The Journal of Physical Chemistry, 1976. **80**(21): p. 2341-2351.
17. Leffler, J.E., *The enthalpy-entropy relationship and its implications for organic chemistry*. The Journal of Organic Chemistry, 1955. **20**(9): p. 1202-1231.

## BİBERİYE (*Rosmarinus Officinalis* L.) BİTKİSİNİN MİKRODALGA KURUTULMASININ OPTİMİZASYONU

Hilal KURT1, A. Vildan BEŞE2 and Serdar ARAL2\*

1 Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Erzurum, Türkiye

2 Department of Chemical Engineering, Atatürk University, Erzurum, Turkey

### ÖZET

Bu çalışmada, biberiye (*Rosmarinus Officinalis* L.) bitkisinin mikrodalga fırında kurutulmasının optimizasyonu incelenmiştir. Mikrodalga gücü, ön işlem ve madde miktarı deney parametreleri olarak seçilmiştir. Deney parametrelerinin optimum değerini belirlemek için Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Toplam renk değişimi ve yağ asitleri kalite kriterleri olarak incelenmiştir. Toplam renk değişimini minimum ve yağ asidi değerlerini maksimum yapan optimum şartlar; mikrodalga gücü;180 W, NaCl çözeltisi konsantrasyonu: 2.5 (% w) ve madde miktarı: 30 g olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Rosmarinus Officinalis* L., mikrodalga, kurutma, optimizasyon, Taguchi

### OPTİMİZATION OF MICROWAVE DRYING OF ROSEMARY (*Rosmarinus Officinalis* L.)

### ABSTRACT

In this study, optimization of drying of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) plant in microwave oven was investigated. Microwave power, pretreatment and sample amount were selected as experiment parameters. Taguchi method was used to determine the optimum value of the experimental parameters. Total color change, and fatty acids were examined as quality criteria. The optimum experimental conditions for minimum of total color change, for maximum of fatty acids were as follows; microwave power: 180 W, pretreatment: 2.5% NaCl solution and sample amount 30 g.

**Keywords:** *Rosmarinus Officinalis* L., microwave, drying, optimization, Taguchi



## 1. INTRODUCTION

Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), belongs to the Lamiaceae family, is an important medicinal and aromatic plant. It grows in several regions all over the world, but it has spread mostly to North-West Asia and the Mediterranean Region [1]. Rosemary is used in the local folk tradition for many purposes such as spasm, diuretic, antipyretic, asthma, rheumatism. Since rosemary has antimicrobial and antioxidant properties, it is used in lotion, cologne, cream making and disinfecting room air [2].

Drying is one of the domestic and technological methods used to protect foodstuff. The dried materials have the longer shelf-life, cheaper transport and packaging costs. Drying method and conditions affect drying kinetics and quality characteristics of the dried products. Microwave drying is preferred due to many advantages such as shorter drying time, energy saving and high quality dried products [3]. Taguchi's Orthogonal Array (OA) is used to determine optimum conditions with the least number of experiments. The main advantage of Taguchi method over other statistical experimental design methods is to minimize the effects of uncontrollable factors that cause variability in the product and process by optimizing the values of controllable factors [4].

The aims of this study were to investigate the effect of drying parameters (microwave power, pretreatment and sample amount ) on the quality of dried rosemary and to determine the optimum drying conditions based on quality of dried by using Taguchi method [5].

## 2. MATERIAL AND METHODS

The Taguchi optimization method was employed in this study. The aim of the Taguchi philosophy is to reduce the variability around the target value. According to Taguchi, the optimization criteria is performance statistics (Signal to noise ratio) (Taguchi, 1990). The following equations are used to calculate performance statistics:

$$\text{Larger- the- better SNL} = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{Y_i} \right) \quad (1)$$

$$\text{Smaller- the- better SNS} = -10 \log_{10} \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i^2 \right) \quad (2)$$

## 2.1. Material

The rosemary used in the experiments was obtained from the local producer in Antalya. Leaves were stored in the refrigerator at +4 °C after leaving the branches.

## 2.2. Drying equipment and experimental procedure

Drying experiments were carried out in a domestic digital microwave oven (BEKO MD 1505). Microwave power, pretreatment and sample amount were selected as experiment parameters. Experimental parameters and their levels are given in Table 1. Table 2 shows the orthogonal array (OA) experimental design, three parameters, each with three values.

**Table 1:** Parameters and levels

Parameters	Levels		
	1	2	3
<b>A</b> Microwave power (W)	180	600	900
<b>B</b> Pretreatment (% w NaCl)	0	2.5	5
<b>C</b> Sample amount (g)	10	20	30

**Table 2:** Orthogonal array  $L_9(3^3)$

Experimental No	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

The experiments were carried out according to the experimental plan shown in table 2. Each experiment was repeated twice under the same conditions at different times to observe the effects of noise sources on the drying process. Color and fatty acid values of dried samples were determined at the end of the experiments. The results were calculated by taking the mean of the data obtained from the two experiments.

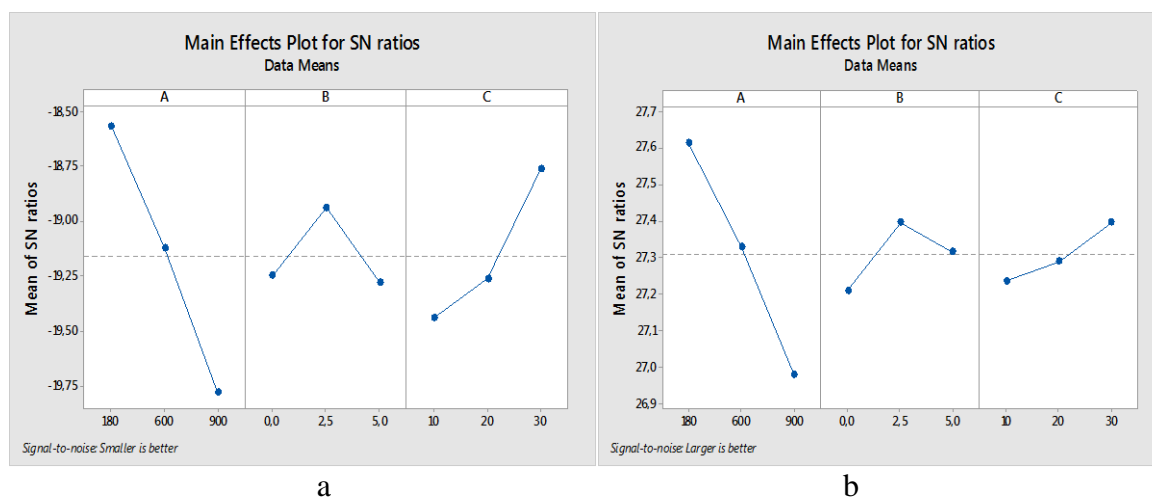
### 2.3. Determination of color and fatty acids

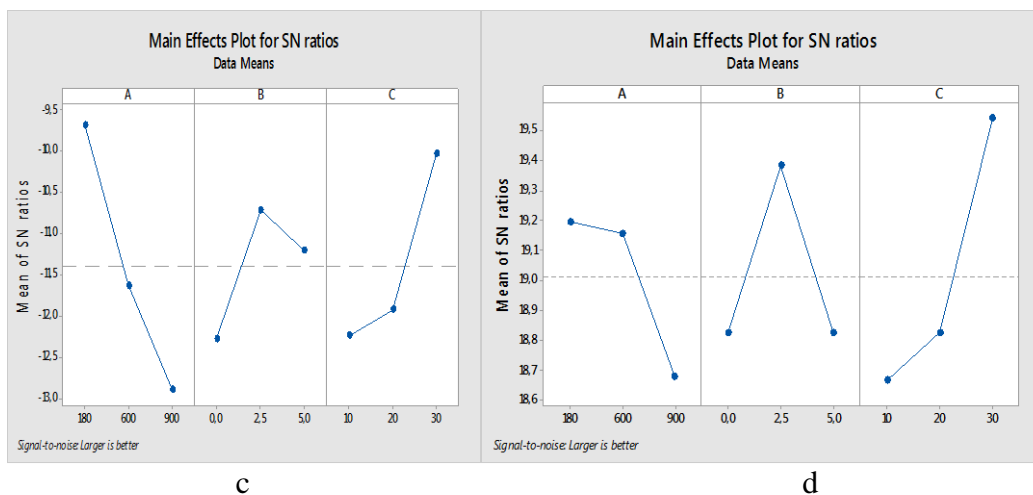
The color values of fresh rosemary and dried rosemary under different drying conditions were determined by using a colorimeter (Konica Minolta, CR400) based on the CIELab method.

The fatty acid amounts of fresh rosemary and dried rosemary were determined by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS Thermo ISQ Trace ultra).

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The data obtained from the experiments were analyzed by using Minitab 18. To obtain optimal drying performance, the larger-the-better performance characteristic (Eq. 1) and the smaller-the-better performance characteristic (Eq.2) were used for fatty acids and the color analysis, respectively. According to the results of the evaluation, the effects of each parameter on the performance statistics are given in Fig. 1.





**Fig. 1.** Performance statistics according to parameter levels (a. Color Analysis, b. Palmitic acid, c. Palmitoleic Acid, linoleic Acid)

The optimal level of a process parameter is the numerical value of the maximum point in each graph. As shown in Fig 1, the optimum conditions for minimum color change and maximum fatty acids are A1(180 W), B2 (2.5% NaCl) and C3(30 g).

Variance analysis (ANOVA) is performed to see which process parameters are statistically significant. The analysis of variance is given in Table 3(the 95% significance level). According to Table 3, it can be said that the most effective parameter on quality is microwave power.

**Table 3.** Analysis of variance for quality parameters

Quality Criteria	Parameter	df	SS	MS	F
<b>Total color</b>	A	2	2,3947	1,1973	1,94
	B	2	0,2863	0,1432	0,23
	C	2	0,7324	0,3662	0,59
<b>Palmitic acid</b>	A	2	4,3702	2,1851	12,61
	B	2	0,3808	0,1904	1,10
	C	2	0,3121	0,1560	0,90
<b>Palmitoleic acid</b>	A	2	0,019	0,009	1,89
	B	2	0,0050	0,002	0,49
	C	2	0,0119	0,005	1,17
<b>Linoleic Acid</b>	A	2	0,525	0,262	1,08
	B	2	0,648	0,324	1,33
	C	2	1,410	0,705	2,89

According to Table 3, it can be said that the most effective parameter on quality is microwave power.

It can be seen that there is no experiment providing optimum conditions (A1B2C3) in Table 2. Table 4 shows experiment carried out to the optimum conditions with confidence limits of predictions. Since the obtained quality values from the confirmation experiments are within the calculated confidence intervals, it can be said that there is good agreement between the predicted experimental values, and that the interactive effects of the quantities are indeed negligible [6].

**Table 4.** Optimum working conditions, observed and predicted values

<b>Parameter</b>	<b>Value</b>	<b>Level</b>
A Microwave power (W)	180	1
B Pretreatment (%w NaCl)	2,5	2
C Sample amount (g)	30	3
<b>Quality Criteria</b>		
<b><math>\Delta E</math></b>		
Experimental	41,23	
Predict	41,98	
Confidence interval	41,19-42,76	
<b>Palmitic Acid (mg/g)</b>	<b>(mg/g)</b>	
Experimental	24,51	
Predict	24,517	
Confidence interval	24,09-24,92	
<b>Palmitoleic Acid</b>	<b>(mg/g)</b>	
Experimental	0,93	
Predict	10,068	
Confidence interval	9,57-10,56	
<b>Linoleic Acid</b>	<b>(mg/g)</b>	
Experimental	<b>9,91</b>	
Predict	<b>10,068</b>	
Confidence interval	<b>9,57-10,56</b>	

#### 4. CONCLUSIONS

The optimum drying conditions of microwave dried rosemary were determined by using Taguchi method. The effect of some parameters such as microwave power, pretreatment and amount of sample were investigated on quality parameters in rosemary. The optimum conditions was found to be as follows: microwave power: 180 W, pretreatment: 2.5% NaCl solution and sample amount 30 g. The microwave power had significant effects on the quality parameters.

#### REFERENCES

1. Özcan, M.M. and J.-C. Chalchat, *Chemical composition and antifungal activity of rosemary (Rosmarinus officinalis L.) oil from Turkey*. International journal of food sciences and nutrition, 2008. **59**(7-8): p. 691-698.
2. Baratta, M.T., et al., *Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils*. Journal of Essential Oil Research, 1998. **10**(6): p. 618-627.
3. Sarimeseli, A., *Microwave drying characteristics of coriander (Coriandrum sativum L.) leaves*. Energy Conversion and Management, 2011. **52**(2): p. 1449-1453.
4. Beşe, A.V., *Effect of ultrasound on the dissolution of copper from copper converter slag by acid leaching*. Ultrasonics sonochemistry, 2007. **14**(6): p. 790-796.
5. Unal, R. and E.B. Dean, *Taguchi approach to design optimization for quality and cost: an overview*. 1990.
6. Beşe, A.V., et al., *Optimization of dissolution of metals from Waelz sintering waste (WSW) by hydrochloric acid solutions*. Chemical engineering journal, 2010. **162**(2): p. 718-722.

## ABDOMİNAL CERRAHİDE KULLANILMAK ÜZERE MEMBRANLARIN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZE EDİLMESİ

Meryem Akkurt<sup>a</sup>, Nelisa Türkoğlu<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, 34349 İstanbul, Türkiye

Corresponding author: NelisaTürkoğlu Laçın,

### Özet

Karın içi yapışıklıklar periton hasarına karşı inflamatuvar bir yanıttır. Peritoneal yapışma genellikle abdominal, pelvik ve vasküler cerrahiye içeren çeşitli uygulamalarda görülmektedir. Yapışma peritoneal tabakanın bir inflamatuvar yanıtıdır ve fibröz bantlar şeklinde görülmektedir. Bağırsak tıkanıklığı, karın ağrısı ve infertilite dahil olmak üzere kronik komplikasyonların ortaya çıkmasına neden olabilir. Peritoneal yapışmada profilaktik bir yaklaşım yoktur, cerrahi tedavi öne çıkmaktadır. Araştırmalar yapışmayı engellemeye odaklanmıştır ve iki yol üzerinde ilerlemektedir. İlk olarak, mekanik bariyerlerin yerleştirilmesi, ikinci yol yeni immünomodülasyon ajanların geliştirilmesidir.

Bu çalışmada esas amacımız olan peritoneal yapışmayı engellemek için, PHBHHx, PHBHHx-parafin mum blend membranlar hazırlanmış ve karakterize edilmiştir. PHBHHx bakteriyel bir poliesterdir ve polihidroksialkanoat ailesine üyedir. PHBHHx biyoyumlu bir polimerdir. Polihidroksialkanoat ailesine üye PHB ve polihidroksi butirat-ko-valerata göre kristalite değeri daha düşüktür ve membran olma eğilimi yüksektir. Parafin mum ile iyi homojenize olmuş bir membran hücre ve protein yapışması zayıf olacaktır ve peritoneal fibrillerin oluşumunu engelleyecektir.

Karakterizasyon çalışmalarında elde edilen malzemenin şişme profili, degradasyon profili değerlendirilmiştir. Membranların şişme profilleri değerlendirildiğinde herhangi bir kütle artışı meydana gelmediği görülmüştür. Ayrıca biyodegradasyon deneyleri sonucunda da yapılarında herhangi bir bozulma ve ağırlıklarında azalma meydana gelmemiştir. Bununla birlikte malzemenin morfolojik özellikleri ve yüzey karakterizasyonu belirlenmiştir. Membranların yüzey karakterizasyonu Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile yapılmıştır. Yüzeylerinin yapışmayı engelleyici yapıda olduğu tespit edilmiştir ve homojen yapıda oldukları görülmüştür. Herhangi bir por yapısına rastlanmamıştır. Dayanıklılık testleri membranların esnek yapıda olduğunu göstermiştir. Membranların yüzey alanı BET yüzey alanı cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar PHBHHx membranının yüzey alanının 38.790 m<sup>2</sup>/g; PHBHHx/Parafin wax membranının yüzey alanının 81.108 m<sup>2</sup>/g olduğunu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar hidrofobik membranların su tutmayan yapıda olduğunu doğrular niteliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomalzeme, Biyoyumlu, Peritoneal Yapışma, PHBHHx

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF MEMBRANES FOR USE IN  
ABDOMINAL SURGERY

MERYEM AKKURT<sup>A</sup>, NELISA TÜRKÖĞLU<sup>A\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Molecular Biology and Genetics, Yıldız Technical University, 34349 Istanbul,  
Turkey

Corresponding author: NelisaTürkoğlu Laçın

**Abstract**

Abdominal adhesions are an inflammatory response to peritoneal injury. Peritoneal adhesion is usually seen in a variety of applications including abdominal, pelvic and vascular surgery. Adhesion is an inflammatory response of the peritoneal layer and is seen as fibrous bands. It may cause chronic complications including intestinal obstruction, abdominal pain and infertility. There is no prophylactic approach to peritoneal adhesion and surgical treatment is prominent. Research is focused on preventing adhesion and is moving on two paths. First, the introduction of mechanical barriers, the second way is the development of new immunomodulatory agents.

In this study, PHBHHx, PHBHHx-paraffin wax blend membranes were prepared and characterized to prevent peritoneal adhesion, which is our main goal. PHBHHx is a bacterial polyester and a member of the polyhydroxyalkanoate family. PHBHHx is a biocompatible polymer. According to PHB and polyhydroxy butyrate-co-valere members of the polyhydroxyalkanoate family, the crystallite value is lower and the tendency to be membrane is high. A well-homogenized membrane cell and protein adhesion with paraffin wax will be poor and will prevent the formation of peritoneal fibrils.

The swelling profile and the degradation profile of the material obtained in the characterization studies were evaluated. When the swelling profiles of the membranes were evaluated, there was no increase in mass. In addition, as a result of biodegradation experiments, no deterioration in their structure and a decrease in their weight have not occurred. However, the morphological characteristics and surface characterization of the material were determined. Surface characterization of membranes was done by Scanning Electron Microscope (SEM). It has been found that the surfaces have a structure that prevents the adhesion and they have a homogeneous structure. No pore structure was found. Endurance tests showed that the membranes were flexible. The surface area of the membranes was determined using the BET surface area device. Results The surface area of the PHBHHx membrane was 38.790 m<sup>2</sup>/g; The surface area of the PHBHHx / paraffin wax membrane was found to be 81.108 m<sup>2</sup>/g. These results confirm that hydrophobic membranes are water-repellent.

**Keywords:** Biomaterial, Biocompatible, Peritoneal Adhesion, PHBHHx



**POSSIBLE PROTECTIVE ROLE OF MARESIN 1 AS AN ANTIOXIDANT AGAINST  
DISTANT ORGAN DAMAGE CREATED USING THE OVARIAN TORSION AND  
DETORSION METHOD**

**Fazile Nur EKİNCİ AKDEMİR<sup>1\*</sup>, Ayhan TANYELİ<sup>2</sup>**

1. Department of Nutrition and Dietetics, Health of High School, Ağrı İbrahim Çeçen University, Ağrı, Turkey.
2. Department of Physiology, Faculty of Medicine, Atatürk University, Erzurum, Turkey.

The aim of the present study is to determine whether maresin 1 has a protective role as antioxidant against distant organ damage caused by ovarian torsion and detorsion. Our study was conducted in accordance with the ethical rules of animal studies. The experimental animals obtained in our study were weighed and randomly grouped. Our groups are organized into sham, torsion-detorsion and torsion-maresin 1-detorsion groups. In this study, total oxidant and antioxidant status, oksidative stress index, malondialdehyde, superoxide dismutase and myeloperoxidase as oksidative stress marker, and tumor necrosis factor alpha and interleukin 1beta levels as inflammatory markers were measured. Superoxide dismutase and total antioxidant status decreased due to torsion-detorsion whereas total oxidant status, oksidative stress index, malondialdehyde, myeloperoxidase, tumor necrosis factor alpha and interleukin 1beta levels increased in torsion-detorsion group according to sham group. However, it was determined that these results changed significantly in the group maresin 1 treatment ( $p<0.05$ ) and approached the findings of the sham group. At the end of this study, it is thought that maresin 1 has a protective role and showed an anti-oxidant and anti-inflammatory effect against distant organ damage caused by ovarian torsion and detorsion.

**Keywords:** Ovarian torsion-detorsion; maresin 1; distant organ damage anti-oxidant; anti-inflammatory.

**AKUT SOLUNUM YOLU ENFEKSİYONLU HASTALARDA SOLUNUM YOLU  
VİRUSLARININ LABORATUVAR EPİDEMİYOLOJİSİ, 2017-2018, ERZURUM**

**Erkan Özmen<sup>\*1</sup>, Özgür Çelebi<sup>1</sup>, Demet Çelebi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, Turkey

**Giriş:** Solunum yolu enfeksiyonları (SYE) dünya çapında insanlarda en sık görülen enfeksiyonlardır. Erişkin ve çocuklarda morbidite ve mortalitenin en önemli sebepleri arasındadır. Özellikle beş yaşın altındaki çocuklarda, yaşlılarda ve bağışıklığı zayıf bireylerde daha yüksek ölüm oranları görülmektedir. SYE'lere en sık viruslar yol açmaktadır. Fakat bunların dağılımı yaş, coğrafi bölge ve mevsimlere göre değişmektedir.

**Gereç / yöntem:** Bu çalışmada 2017-2018 yılları arası farklı yaş gruplarından solunum yolu enfeksiyonu şüphesi ile hastanemize başvuran 445 hastadan nazofarengeal sürüntü örnekleri alındı. Test organizma tiplerinin ve alt tiplerinin gen sekanslarını saptamak için ters transkripsiyon (RT), polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve mikrodizi hibridizasyonunu kullanan otomatik Verigene® Solunum Patojenleri Flex Nükleik Asit Testi (RP Flex) üzerinden gerçekleştirildi.

**Bulgular:** Çalışmamızda 215 (% 48.3) kadın, 230 (% 51.7) erkek hasta değerlendirildi. İncelenen örneklerin 315'i (% 70.8) pozitif, 130'si (%29.2) negatif bulundu. Hastaların 263'ünde (% 83.5) tekli, 52'sinde (% 16.5) ikili ve üçlü etken saptandı. Çoklu etken bulunan örneklerin 52'si (% 98.1) çocuk, 1'i (% 1.9) erişkin hasta idi. İkili etkenler incelendiğinde 20'sinde RSV ve RV, 7'sinde INF-A ve RV, 4'ünde RSV ve INF-A birlikteliği görüldü. Mevsimsel dağılıma bakıldığında; solunum virusları en fazla kış aylarında izole edilmiştir.

**Sonuç:** Solunum yolu enfeksiyonu olan hastalarda sırasıyla en sık saptanan solunum virüsleri RSV, RV ve INF-A olmuştur. Çoklu etkenler çocuklarda erişkinlere göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bölgemizde solunum viruslarının genel olarak kış ve erken ilkbahar aylarında daha fazla etken olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Solunum yolu enfeksiyonları, solunum virusları, moleküler yöntemler

**LABORATORY EPIDEMIOLOGY OF RESPIRATORY TRACT VIRUSES IN  
PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY TRACT INFECTION, 2017-2018,  
ERZURUM**

**Erkan Özmen\*<sup>1</sup>, Özgür Çelebi<sup>1</sup>, Demet Çelebi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ataturk University, Faculty of Medicine, Department of Microbiology, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Ataturk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Microbiology, Erzurum, Turkey

**Background:** Respiratory tract infections (RTIs) are the most common infections in humans worldwide. RTIs are the most important causes of morbidity and mortality in adults and children. Higher mortality rates are especially observed in children under the age of five, in the elderly and immunocompromised individuals. Viruses are the most common cause of respiratory tract infection. However, the distribution of these infections varies according to age, geographical region and seasons.

**Material/methods:** We obtained from nasopharyngeal swab samples in 445 patients who were admitted to our clinic with the suspicion of respiratory tract infection from different age groups between 2017-2018 in the present study. Gene sequences of organism types and subtypes were determined using the automated Verigene® Respiratory Pathogens Flex Nucleic Acid Test (RP Flex), which operates using reverse transcription (RT), polymerase chain reaction (PCR) and microarray hybridization methods.

**Results:** We assessed 215 (48.3%) female and 230 (51.7%) male patients in this study. The examined samples 315 (70.8%) were positive, and 130 (29.2%) were negative. Of the patients, 263 patients (83.5%) were a single agent, 52 patients (16.5%) were a dual and triple agent. When assessing multiple agents, 51 patients (98.1%) were children, and one (1.9%) was an adult patient. We revealed dual infectious agent as RSV and RV in 20 cases, INF-A and RV in 7 cases, and RSV and INF-A in 4 patients. When seasonal distribution was examined, respiratory viruses were isolated most in winter months.

**Conclusions:** The most frequent respiratory viruses in patients with RTIs were RSV, RV, and INF-A, respectively. Multiple agents were significantly higher in children than in adults. RTIs were found to be more common in winter and early spring months in our region.

**Keywords:** Respiratory tract infections, respiratory viruses, molecular methods

## GASTROENTERİTLER VE MANTAR FLORASI DEĞİŞİMİ

DEMET ÇELEBİ<sup>1</sup>, ÖZGÜR ÇELEBİ<sup>2</sup>, ERKAN ÖZMEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, Turkey

### ÖZET

Gastroenterit enfeksiyonlarına bakteri, parazit, virüs ve fungus gibi mikroorganizmaların neden olduğu bilinmektedir. Mikroorganizmaların çoğunluğu direk patojen etkiyle enfeksiyona sebep olurken bazıları sekonder ve fırsatçı patojen olarak hastalık oluştururlar. Bu mikroorganizmaların arasında en sık gastroenteritise neden olan virüsler olduğu ve en fazla izole edilenlerin ise Adenovirüsler ve Rotavirüsler olduğu bildirilmiştir. Virüslerden sonra bakterilerin içerisinde *Salmonella* spp. ve *Shigella* spp. başı çeken etkenler olarak ifade edilmiştir. Paraziter etkenler arasında protozoonlar ve özellikle *Entamoeba histolytica* ve *Giardia lamblia* en sık göz gastroenterit etkenleri arasındadır.

Gastroenteritis vakaları çocuklarda (0-5 yaş) ve özellikle sonbahar aylarında (Eylül - Aralık) artış göstermektedir. Bu enfeksiyonların görülmesinde bölgesel farklılıklarda önem arz etmektedir. Ayrıca, Bu enfeksiyonlar bağırsak florasını bozarak özellikle funguslar lehine değişimine sebep olduğuna dair bazı bulgular gözlemlenmiştir.

Bu nedenle Erzurum ilinde sonbahar aylarında (Eylül - Aralık) gastroenteritis şüpheli 0-5 yaş arası çocuklardan alınan 400 gaita örneği, Adenovirüsler, Rotavirüsler, *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Entamoeba histolytica* ve *Giardia lamblia* yönünden araştırılmıştır. Virüslerin ve protozoonların antijen taramalarında 'Biothech INC Rapid Test Cassette' kitleri kullanılmış, protozoonlar ayrıca mikroskopik bakı ile teyit edilmiştir. *Salmonella* *Shigella* (SS) agar ve Mc Conkey agar kullanılarak izole edilen koloniler biyokimyasal testler kullanılarak tür tayini yapılmıştır. Hastaların bağırsak mikroflorasının funguslar yönünden değişimi de mikroskopik bakı ile incelenmiştir.

Araştırma sonucunda, 206 örnekte (% 51,50) virüs antijeni ve 75 örnekte (% 18,75) protozoon antijeni tespit edilmiş hiçbir örnekte ise *Salmonella* spp ve *Shigella* spp etkenine rastlanmamıştır. Protozoon pozitif olan 5 örnekte (% 7,00), Adenovirüs pozitif 40 örnekte (% 41,66), Rotavirüs pozitif 22 örnekte (% 20,00) ise fungus florasındaki artış belirlenmiştir.

Sonuç olarak Erzurum ilinde sonbahar aylarında gastrotenteritisin en önemli sebebi olarak Adenovirüsler, Rotavirüsler olduğu kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gastrotenterit Adenovirüsler, Rotavirüsler *E. histolytica* ve *G. Lamblia*

## GASTROENTERITIS AND THE CHANGE OF FUNGI FLORA

Gastroenteritis infections are known to be caused by microorganisms such as bacteria, parasites, viruses and fungi. Most of the microorganisms cause infection with direct pathogen effect, while others cause disease as a secondary and opportunistic pathogen. Among these microorganisms, the most common cause of gastroenteritis is viruses, and the most isolated agents are Adenoviruses and Rotaviruses. After viruses, Salmonella spp. and Shigella spp. as leading factors is expressed in bacteria. Among parasitic agents, protozoa and especially Entamoeba histolytica and Giardia lamblia are among the most common eye gastroenteritis factors. In children(0-5), gastroenteritis cases increase especially in autumn months (September - December). Regional differences are important in these infections. In addition, some findings have been observed that these infections cause intestinal flora breakdown, particularly in favor of fungi. For these reason, in the autumn months (September - December) in Erzurum 400 gaita samples from 0-5 years children with suspected gastroenteritis were examined for Adenoviruses, Rotaviruses, Salmonella spp, Shigella spp, Entamoeba histolytica and Giardia lamblia. Biothech INC Rapid Test Cassette kits were used in antigen screening of viruses and protozoa. Protozons were also confirmed by microscopic examination. Colonies isolated using Salmonella Shigella (SS) agar and Mc Conkey agar were determined by using biochemical tests. The change of intestinal microflora in terms of fungi was also examined with microscopic examination. As a result of the study, virus antigen was detected in 206 samples (51,50%) and protozoan antigen was detected in 75 samples (18,75%) and Salmonella spp and Shigella spp were not found in any sample. In 5 samples (7.00%) positive for protozoa, Adenovirus positive in 40 samples (41.66%), Rotavirus positive 22 (20.00%) increase in fungi flora was determined. As a result, it was concluded that adenoviruses and rotaviruses were the most important cause of gastotenteritis in the autumn months in Erzurum.

**Key Words:** Gastotenteritis Adenoviruses, Rotaviruses ,*E. histolytica* and *G. lamblia*

**THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF HIPPOPHAE RHAMNOIDES  
(YALANCI İĞDE)**

**Dr. Lecturer DEMET ÇELEBİ**

Atatürk University Faculty of Veterinary Medicine Department of Medical Microbiology  
Erzurum,

**ABSTRACT:**

Hippophae Rhamnoides (Yalancı İğde) is a spiny deciduous shrub. The plant has sour sweet little fruits ranging from yellow to red. Although it is edible, it is traditionally used for the treatment of stomach and intestines by consuming these fruits in the form of tea, and for the treatment of wounds by using it in the form of marmalade. For this purpose, we started to investigate whether the plants used in traditional medicine in Erzurum and its vicinity have antibiotic effects. Among them, we investigated the fruits of Hippophae Rhamnoides, which is called as "yalancı iğde" locally and grown in abundance in the Oltu-Tortum districts of Erzurum, Turkey. In this study, it was aimed to determine the antimicrobial activities of aqueous extraction of fruits. For this purpose, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus and Candida albicans microorganisms were used as reference and the antimicrobial activities of fruits were compared with gentamicin (10 µg) using disk diffusion method. As a negative control, DMSO was used. According to the findings, gentamicin diameter of 20 mm was found in all samples, while E.coli 11mm, P.aeruginosa 10mm, S.aureus 15mm zone diameters were observed in the aqueous extraction of fruit and there was no effect for C.albicans.

As a result, it is thought that it may be an alternative to skin infections because it has a higher antimicrobial effect on S.aureus, which frequently causes skin infections.

**Key Words:** H. Rhamnoides, Antimicrobial Activity. Disc Diffusion Method

## HİPPOPHAE RHAMNOİDES (YALANCI İĞDE)' NİN ANTİMİKROBİYAL AKTİVİTESİ

**Dr. Lecturer DEMET ÇELEBİ**

Atatürk University Faculty of Veterinary Medicine Department of Medical Microbiology  
Erzurum,

Hippophae rhamnoides (yalancı iğde) çalı şeklinde dikenli bir bitkidir. Bitki sarı kırmızı arası değişen tonlarda ekşi tatlı küçük meyvelere sahiptir. İnsanlar tarafından yenilmesinde bir sakınca olmamasına rağmen fazlaca tüketilmeyen bu meyvelerin çay şeklinde içilmesi mide ve barsakların tedavisinde, marmelatı ise yaraların tedavisinde geleneksel olarak kullanılır. Biz de bu amaçla Erzurum ve çevresinde geleneksel tedavide kullanılan bitkilerin antibiyotik etkilerini incelemeyi planladık. Bunların içerisinde Erzurum'un Oltu ve Tortum ilçelerinde bolca yetişen yalancı iğde (Hippophae rhamnoides)'nin meyvelerini çalışmamıza dahil ettik.

Bu araştırmada, meyvelerin su ekstraksiyonunun antimikrobiyal aktivitesini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus ve Candida albicans mikroorganizmaları referans kullanılmış ve meyvelerin antimikrobiyal özellikleri gentamicin (10 µg) ile disk difüzyon metodu kullanılarak karşılaştırılmıştır. Negatif Kontrol olarak ise DMSO kullanılmıştır.

Elde edilen bulgulara göre bütün örneklerde gentamisin çapı 20mm bulunurken meyvenin su ekstraksiyonunda E.coli 11mm, P.aeruginosa 10mm, S.aureus15mm zon çapları görülürken, C.albicans için herhangi bir etki görülemedi.

Sonuç olarak, sıklıkla deri enfeksiyonlarına sebep olan S.aureus üzerine daha yüksek bir antimikrobiyal etkisi olduğu için deri enfeksiyonlarında bir alternatif olabileceği düşünülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** H. Rhamnoides, Antimikrobiyal Aktivite. Disk Difüzyon Metot

## ERZURUM BÖLGESİNDE FARKLI YAŞ GRUPLARINDA HEPATİT A SEROPREVALANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Erkan ÖZMEN

Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, Turkey

### ÖZET

Tüm dünyada yaygın bir şekilde görülen Hepatit A virus (HAV) enfeksiyonu özellikle gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu virüs enfeksiyonu geçiren kişilerin gaitası ile çevreye atıldığı için hastalığın yaygınlığı sosyo-ekonomik koşullarla ve çevresel faktörlerle yakından ilişkilidir. Virusa maruz kalan beş yaşın altındaki çocuklarda % 80-95 oranında hastalık sessiz geçirilirken, erişkin kişilerin yaklaşık % 75-90'ında hastalık semptomatik bir şekilde geçirilmektedir. Bu çalışmanın amacı 01 Nisan 2018-01 Nisan 2019 tarihleri arasındaki bir yıllık sürede Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesine başvuran farklı yaş gruplarındaki hastalarda Hepatit A seroprevalansını saptamaktır.

Hastanemize başvuran ve yapılan klinik muayeneler sonucu anti-HAV IgM ve anti-HAV IgG istenen hastalardan kan örnekleri alınarak laboratuvarımıza gönderildi. Hasta kanları santrifüj edilerek serum kısımları ayrıldı. İstenen testler Dia. Pro Diagnostic Bioprobes (Sesto San Giovanni-Italy) Mikro-ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) kitleri kullanılarak çalışıldı. Hastalar 0-5, 6-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60 ve 60 yaş üstü olarak sınıflandırılarak değerlendirildi.

Bu çalışmada 1191'i kadın ve 1144'ü erkek olmak üzere toplam 2335 hasta sonucu incelenmiştir. Hastaların anti-HAV IgM ve anti HAV IgG pozitiflikleri sırasıyla 18 (% 0.8) ve 2088 (% 89.4) bulundu. Anti-HAV IgM pozitifliği % 1.5 ile en fazla 60 yaş üstünde görülürken, 10 yaş altında hiç görülmedi. Anti-HAV IgG pozitifliği ise en yüksek 51-60 yaş grubunda görülürken en düşük 11-20 yaş grubunda saptandı.

Çalışmamızda anti-HAV IgG pozitifliğinin özellikle 30 yaş üstü kişilerde oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Sağlık bakanlığı aşı takvimine Hepatit A'nın Ekim 2012 yılında girmesi ile birlikte çocuk yaş grubunda anti-HAV IgG pozitifliğinin de arttığı izlenmektedir. Sosyoekonomik düzeyde artış, topluma yönelik eğitimler ve aşılama faaliyetlerinin devamı ile birlikte HAV enfeksiyonu sıklığının giderek azalacağını düşünmekteyiz.

**Anahtar kelimeler:** *anti HAV IgM, Hepatit A, seroprevalans,*

### ABSTRACT

Hepatitis A virus (HAV) infection, which is seen all over the world, is an important public health problem especially in developing countries. This virus is spread to the environment with the feces of people who have an infection. The prevalence of the disease is closely related to socio-economic conditions and environmental factors. 80-95% of children under the



age of five affected by the virus recover without a pronounced symptom, but in approximately 75-90% of adults, the disease is symptomatic. The aim of this study is to determine the seroprevalence of Hepatitis A in patients in different age groups who applied to Atatürk University Medical Faculty Hospital between April 1, 2018 and April 01, 2019.

In our hospital, blood samples were taken from the patients who were asked for anti-HAV IgM and anti-HAV IgG tests as a result of their clinical examination and sent to the laboratory. The patient bloods were centrifuged and the serum sections were separated. Desired tests Dia. Pro Diagnostic Bioprobes (Sesto San Giovanni-Italy) were assayed using Micro-ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) kits. The patients were classified as 0-5, 6-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60 and above 60 years of age.

In this study, a total of 2335 patients, 1191 of whom were women and 1144 men, were examined. Anti-HAV IgM and anti HAV IgG positivity were 18 (0.8%) and 2088 (89.4%), respectively. Anti-HAV IgM positivity was seen in 1.5% of patients above 60 years of age, but not under 10 years of age. Anti-HAV IgG positivity was highest in 51-60 age group and the lowest in 11-20 age group.

In our study, anti-HAV IgG positivity was found to be quite high especially in individuals over 30 years of age. With the inclusion of Hepatitis A in October 2012 in the health ministry vaccination calendar, anti-HAV IgG positivity has also increased in child age group. We believe that the frequency of HAV infection will gradually decrease with the increase in the socioeconomic level, community-oriented trainings and vaccination activities.

**Key words:** *anti HAV IgM, Hepatitis A, seroprevalence,*

## 1. GİRİŞ

Picornavirus ailesinin Hepatovirus cinsinde yer alan Hepatit A virusu (HAV) zarfsız, pozitif polariteli ve tek sarmallı RNA virusudur (Tekay vd., 2006). Bu enfeksiyonun yayılımı genellikle fekal-oral yolla bulaşmakta olup kontamine gıda ve suların tüketimi veya insandan insana direkt temas yolu ile olmaktadır (Cui vd., 2009). HAV dış ortama, düşük pH'ya ve dezenfektanlara karşı dayanıklıdır. Yüksek ısı, formalin ve klor ile virüs inaktive edilebilir. Buzdolabı koşullarında aylarca, organik maddelerin içerisinde günlerce canlılığını koruyabilmektedir (Mıstık, 2010; Kara, 2007).

HAV enfeksiyonu özellikle gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere tüm dünyada oldukça yaygın bir şekilde görülen bir enfeksiyondur (Willke Topcu vd., 2002). Hastalık çocukluk çağında genellikle asemptomatik olarak geçirilirken yaş arttıkça semptomatik bir klinik tablo ortaya çıkmaktadır. Bazı hastalarda fulminan hepatite kadar ilerleyen klinik durumlara yol açabilmektedir (Willke Topcu vd., 2002; Mandell vd., 2005).

Biz bu çalışmamızda 01 Nisan 2018-01 Nisan 2019 tarihleri arasındaki bir yıllık sürede Üniversitemiz hastanesi kliniklerine başvuran farklı yaş gruplarındaki hastalarda Hepatit A seroprevalansını belirlemeyi amaçlamaktayız.

## 2. MATERYAL VE METOD

Çalışmamızda 01 Nisan 2018-01 Nisan 2019 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesindeki çeşitli kliniklere başvuran ve anti HAV testleri istenilen 2335 hastanın analiz sonuçları retrospektif olarak incelenmiştir. Hastalardan alınan kan numuneleri ilk olarak santrifüjlendi ve serum kısımları ayrıldı. Hemolizli ve lipemik yapıdaki serumlar çalışmamıza dahil edilmedi. Serumlarda anti-HAV IgM ve anti-HAV IgG antikorlarının varlığı Dia. Pro Diagnostic Bioprobes (Sesto San Giovanni-Italy) kitleri kullanılarak Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) yöntemi ile araştırıldı. Hastalar 0-5, 6-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60 ve 60 yaş üstü olarak gruplandırılarak analiz sonuçları açısından değerlendirildi.

### 3. BULGULAR

Çalışmamızda farklı yaş gruplarından 1191'i (% 51.0) kadın ve 1144'ü (% 49.0) erkek olmak üzere toplam 2335 hasta sonucu değerlendirilmiştir. Hasta örnekleri anti-HAV IgM antikorları yönünden incelendiğinde 11'i (% 61.1) erkek, 7'si (% 38.9) kadın toplam 18 (% 0.8) kişide pozitif sonuç tespit edildi. Anti-HAV IgM pozitifliği % 1.5 ile en fazla 60 yaş üstünde görülürken, 10 yaş altında hiç görülmedi (Tablo 1).

Sonuçlar anti HAV IgG antikorları yönünden incelendiğinde 1056'sı (% 50.6) erkek, 1032'si (% 49.4) kadın toplam 2088 (% 89.4) kişide pozitif sonuç tespit edildi. Anti-HAV IgG pozitifliği 30 yaşından sonra anlamlı oranda artmakta olup % 97.4 ile en yüksek 51-60 yaş grubunda görülürken en düşük oran 11-20 yaş grubunda saptandı (Tablo 1).

**Tablo 1. Yaş aralığına göre anti-HAV IgM ve anti HAV IgG sonuçlarının dağılımı**

Yaş aralığı	anti-HAV IgM		anti HAV IgG	
	Pozitif sayı/%	Negatif sayı/%	Pozitif sayı/%	Negatif sayı/%
0-5	-	38 (% 100)	34 (% 89.5)	4 (% 10.5)
6-10	-	22 (% 100)	18(% 81.8)	4 (% 18.2)
11-20	1 (% 0.5)	207 (% 99.5)	145 (% 69.7)	63 (% 30.3)
21-30	1 (% 0.2)	513 (% 99.8)	398 (% 77.4)	116 (% 22.6)
31-40	5 (% 1.2)	414 (% 98.8)	398 (% 95)	21 (% 5)
41-50	2 (% 0.5)	375 (% 99.5)	366 (% 97.1)	11 (% 2.9)
51-60	3 (% 0.9)	347 (% 99.1)	341 (% 97.4)	9 (% 2.6)
60 yaş üstü	6 (% 1.5)	401 (% 98.5)	388 (% 95.3)	19 (% 4.7)

### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

HAV şehirleşme hızına ve sosyoekonomik şartlara göre farklı oranlarda enfeksiyonlara sebep olmaktadır (Ceyhan vd., 2008). Toplumun hijyen ve sanitasyon durumlarına ve yaş gruplarına göre HAV enfeksiyonu sıklığı ülkeler arasında ve hatta aynı ülke sınırları içerisinde bölgeler arasında bile farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple HAV enfeksiyonu için yaş gruplarına özel prevalans değerleri ve yıllar içerisindeki prevalans değişiklikleri daha fazla ön plana çıkmaktadır. HAV enfeksiyonu insidansı başta İskandinav ülkelerinde düşük düzeyde

seyrederken bu ülkeleri Japonya, Avustralya ve Avrupanın bazı ülkeleri takip etmektedir. Afrika ülkeleri gibi gelişmemiş ülkeler ve bazı gelişmekte olan ülkelerde ise hastalığın görülme sıklığı daha yüksektir (Tabak vd., 2007).

Viral hepatitler arasında en çok görülen tip HAV'dır. Gelişmiş ülkelerde çocukluk döneminde bu virüs ile karşılaşma oranları düşük seviyede iken, gelişmekte olan ülkelerde virüsle karşılaşma daha çok on yaş altı çocuklarda görülmektedir. Erişkin yaştaki kişilerin genel olarak büyük çoğunluğu bağışıktır. Yaptığımız çalışmada da erişkin yaş gruplarında yüksek oranda bağışıklık görülmektedir (Ünver vd., 2014).

İlk kez 1995 yılında kullanıma giren Hepatit A aşısının klinik hepatitin oluşması ve yayılımı üzerine ciddi oranda önleyici bir etkiye sahip olduğu, ancak ileri yaş grubundaki artışı da beraberinde getirdiği ifade edilmiştir (Brundage ve Fitzpatrick, 2006). Ülkemizde de Hepatit A aşısı Eylül 2012 yılında rutin aşılanma takvimine alınmıştır. Çocuklarda toplam 2 doz olmak üzere 18. ve 24. ay sonunda uygulanmaktadır (Avcı vd., 2013).

HAV seroprevalansı tüm dünyada ve ülkemizde yaş, bölge ve sosyoekonomik düzeye göre farklılıklar gösterir (Bozkaya, 1999). Ayrıca bazı çalışmalarda cinsiyete göre de anlamlı farklılıklar bulunmuş olup erkeklerde seropozitiflik oranının kadınlardakinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu yüksekliğin dış ortamla daha fazla temas halinde olma, uygunsuz koşullarda hazırlanmış yiyecek ve içecekleri daha fazla tüketme durumundan kaynaklanabileceği düşünülmüştür (Kurt vd, 2003; Demirpençe vd., 2012). Ancak yapılan birçok çalışmada Hepatit A enfeksiyonlarına yakalanma açısından erkek ve kadın cinsiyeti açısından anlamlı bir fark bulunmamaktadır (Özkinay vd., 2007; Ertürk vd., 2013). Çalışmamızda da anti HAV IgG pozitifliği kadın ve erkeklerde birbirlerine yakın oranlarda bulunmuş olup sırasıyla % 50.6 ve % 49.4 oranlarda oldukları görülmüştür.

Ülkemizdeki anti-HAV prevalansı yetersiz hijyen koşulları sebebi ile gelişmiş ülkelere göre daha yüksek görülmektedir. Oranlar yaş gruplarına ve bölgelere göre değişiklik göstermekle birlikte %67-100 arasında oranlara sahiptir (Iraz vd., 2015). Türker ve ark.'nın (Türker vd., 2011) 4606 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada anti-HAV IgG pozitifliğini %80.8 olarak bulmuşlardır. Adıyaman ilinde yapılan bir çalışmada ise anti-HAV IgG pozitifliği %77.5(2761/3564) olarak saptandı (Çitil vd., 2015). Doğu karadenizde Rize ilinde yapılan bir başka çalışmada %75 oranında seropozitiflik saptanmıştır (Ertürk vd., 2013). Batman bölgesinde Demirpençe ve ark. (Demirpençe vd., 2012) HAV IgG açısından inceledikleri 2606 örnekte %93,9 oranında HAV IgG pozitifliği saptamışlardır. Bizim çalışmamızda da bölgemizde anti-HAV IgG pozitifliği % 89.4 olarak bulunmuş olup sonucumuzun benzer çalışmalarda bulunan değerler arasında olduğu görülmüştür.

Ülkemizdeki farklı bölgelerden erişkin popülasyonunda yapılmış çalışmalar incelendiğinde yaş arttıkça enfekte kişi sayısının da arttığı gözlenmektedir. Rize ilinde toplam 1112 erişkin popülasyonunda yapılan çalışmada 17- 27 yaş grubundaki prevelans %47.3 iken 50 yaş üstünde %92 bulunmuştur (Ertürk vd., 2013). Bizimde yaptığımız çalışmada yaş arttıkça geçirilmiş enfeksiyon oranlarının arttığı, 51-60 yaş grubunda % 97.4 olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak HAV enfeksiyonu toplum sağlığı açısından önemli bir hastalıktır. Hepatit A aşısının Sağlık Bakanlığı aşı takvimine eklenmesinin halk sağlığı açısından oldukça olumlu etkileri olmuştur. Ülkemizdeki sosyoekonomik düzeylerdeki ilerlemeye paralel olarak HAV enfeksiyonu ile karşılaşma yaşı gecikmiş ve bunun sonucu olarakta enfeksiyona duyarlı kesimde artışa yol açmaktadır. Bu çalışmamızda bulduğumuz sonuçlar ışığında özellikle adolesan ve genç erişkin yaş gruplarının HAV ile karşılaşma durumlarının araştırılıp, duyarlı olan kişilerin rutin aşılama programlarına dahil edilmesini önermekteyiz.

## 5. KAYNAKLAR

Tekay F. 2006. Hakkari Devlet Hastanesine Başvuran 0-14 Yaş Grubu Çocuklarda Hepatit A Sıklığı. Dicle Tıp Dergisi; 33(4): 245-7

Cui F, Hadler SC, Zheng H, Wang F, Zhenhua W, Yuansheng H, Gong X, Chen Y, Liang X. 2009. Hepatitis A surveillance and vaccine use in China from 1990 through 2007. J Epidemiol;19:189–195. PMID: 19561383; doi:10.2188/jea.JE20080087.

Mıstık R.2010. Viral Hepatitler. Ed. Altındış M. Hemşireler İçin Mikrobiyoloji. İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri; 268-269.

Kara Hİ. 2007. Akut Viral Hepatit A. Türk Aile Hek Derg.; 11(4): 177-84.

Willke Topcu A, Söyletir G, Doğanay M(Editörler). 2002. İnfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyolojisi. In: Yenen OŞ. Akut Viral Hepatitler. 2nci Baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri: 820-834.

Mandell GL, Bennett JE, Dolin R(Editör). Principles and Practice of Infectious Diseases. In: Curry MP, Chopra S. 2005. Acute Viral Hepatitis. Sixth edition, Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone: 1426- 1440.

Ceyhan M, Yildirim I, Kurt N, Uysal G, Dikici B, Ecevit C, Aydoğan A, Koc A, Yasa O, Köseoğlu M, Onal K, Hacimustafaoglu M, Celebi S. 2008. Differences in hepatitis A seroprevalence among geographical regions in Turkey: a need for regional vaccination recomme. J Viral Hepat;15 Suppl 2: 69-72. doi: 10.1111/j.1365-2893.2008.01034.x.

Tabak F, Balık İ, Tekeli E (Editörler). 2007. In: Dökmetaş İ. HAV Enfeksiyonunun Epidemiyoloji ve Patogenezi. İnci Baskı, İstanbul: Viral Hepatitle Savaşım Derneği Yayınları: 52- 60.

Ünver Ü, Sevinç Z, Çiftçi A. 2014. Muş Devlet Hastanesi'ne Başvuran Hastalarda Hepatit A Görülme Sıklığı. Türk Mikrobiyol Cem Derg; 44(3):114-117

Brundage SC, Fitzpatrick AN. 2006. Hepatitis A. Am Fam Physician; 73: 2162-8.

Avcı K, Akgün L, Özçelik R, Elbi H, Altındış M. 2013. Bir Hepatit A Salgınının İncelenmesi; Afyonkarahisar, Kocaöz Kasabası. Viral Hepatit Dergisi; 19(1): 58-61

Bozkaya E. 1999. Virüslerin sınıflandırılması, Temel ve klinik Mikrobiyoloji, Editör: Şemsettin Ustaçelebi, Güneş Güneş kitabevi, Ankara: 749-754.

Kurt H, Battal İ, Memikoğlu O, Yeşilkaya A, Tekeli E. 2003. Ankara Bölgesinde Sağlıklı Bireylerde HAV, HBV, HCV Seropozitifliğinin Yaş ve cinsiyete Göre Dağılımı. *Viral Hepatit Dergisi*; 8(2): 88-96.

Demirpençe Ö, Işık Tezcan S, Değirmen E, Mert D, Gümüş A, Çelen MK. 2012. Batman Devlet Hastanesine Başvuran Kişilerde Hepatit ve HIV Serolojisinin Sonuçları. *Viral Hepatit Dergisi*; 18(1): 6-10

Özkinay F, Kurugöl Z, Koturoğlu g, Özacar T, Altuğlu İ, Vardar F, Gündüz C, Özkinay C. 2007. The epidemiology of Hepatitis A infection in the population of Bornova, Izmir, Turkey. *Ege Tıp Dergisi*; 46(1) : 1 - 6.

Ertürk A, Çopur Çiçek A, Cüre E, Akdoğan RA, Öztürk Ç. 2013. Rize İlinde Erişkin Yaş Gruplarında Hepatit A Seroprevalansı. *Viral Hepatit Dergisi*; 19(2): 85-8.

Iraz M, Gültepe B, Doymaz MH. 2015. Erişkin Yaş Gruplarında Hepatit A Seroprevalansı. *Abant Med J*;4(1):54-58

Türker K, Balcı E, Batı S, Hasçuhadar M, Savaş E. 2011. Ülkemizde Hepatit A Enfeksiyonunun Değişen Epidemiyolojisi. *Türk Mikrobiyol Cem Derg* 41(4):143-148,

Çitil BE, Sayiner HS, Akgün S, Aksöz S. 2015. Adıyaman İlinde Hepatit A Seroprevalansı. *Journal of Contemporary Medicine*;5(3): 157-162

## ERZURUM BÖLGESİNDE FARKLI YAŞ GRUPLARINDA HEPATİT A SEROPREVALANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

**Erkan ÖZMEN\***<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, Turkey

**Amaç:** Tüm dünyada yaygın bir şekilde görülen Hepatit A virus (HAV) enfeksiyonu özellikle gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu virüs enfeksiyonu geçiren kişilerin gaitası ile çevreye atıldığı için hastalığın yaygınlığı sosyo-ekonomik koşullarla ve çevresel faktörlerle yakından ilişkilidir. Virusa maruz kalan beş yaşın altındaki çocuklarda % 80-95 oranında hastalık sessiz geçirilirken, erişkin kişilerin yaklaşık % 75-90'ında hastalık semptomatik bir şekilde geçirilmektedir. Bu çalışmanın amacı 01 Nisan 2018-01 Nisan 2019 tarihleri arasındaki bir yıllık sürede Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesine başvuran farklı yaş gruplarındaki hastalarda Hepatit A seroprevalansını saptamaktır.

**Yöntem:** Hastanemize başvuran ve yapılan klinik muayeneler sonucu anti-HAV IgM ve anti-HAV IgG istenen hastalardan kan örnekleri alınarak laboratuvarımıza gönderildi. Hasta kanları santrifüj edilerek serum kısımları ayrıldı. İstenen testler Dia. Pro Diagnostic Bioprobes (Sesto San Giovanni-Italy) Mikro-ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) kitleri kullanılarak çalışıldı. Hastalar 0-5, 6-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60 ve 60 yaş üstü olarak sınıflandırılarak değerlendirildi.

**Bulgular:** Bu çalışmada 1191'i kadın ve 1144'ü erkek olmak üzere toplam 2335 hasta sonucu incelenmiştir. Hastaların Anti-HAV IgM ve Anti HAV IgG pozitiflikleri sırasıyla 18 (% 0.8) ve 2088 (% 89.4) bulundu. Anti-HAV IgM pozitifliği % 1.5 ile en fazla 60 yaş üstünde görülürken, 10 yaş altında hiç görülmedi. Anti-HAV IgG pozitifliği ise en yüksek 51-60 yaş grubunda görülürken en düşük 11-20 yaş grubunda saptandı.

**Sonuç:** Çalışmamızda Anti-HAV IgG pozitifliğinin özellikle 30 yaş üstü kişilerde oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Sağlık bakanlığı aşı takvimine Hepatit A'nın Ekim 2012 yılında girmesi ile birlikte çocuk yaş grubunda Anti-HAV IgG pozitifliğinin de arttığı izlenmektedir. Sosyoekonomik düzeyde artış, topluma yönelik eğitimler ve aşılama faaliyetlerinin devamı ile birlikte HAV enfeksiyonu sıklığının giderek azalacağını düşünmekteyiz.

**Anahtar kelimeler:** anti HAV IgM, Hepatit A, seroprevalans,

**Tablo 1.** Yaş aralığına göre Anti-HAV IgM ve Anti HAV IgG sonuçlarının dağılımı

Yaş aralığı	Anti-HAV IgM		Anti HAV IgG	
	Pozitif sayı/%	Negatif sayı/%	Pozitif sayı/%	Negatif sayı/%
0-5	-	38 (% 100)	34 (% 89.5)	4 (% 10.5)
6-10	-	22 (% 100)	18(% 81.8)	4 (% 18.2)
11-20	1 (% 0.5)	207 (% 99.5)	145 (% 69.7)	63 (% 30.3)
21-30	1 (% 0.2)	513 (% 99.8)	398 (% 77.4)	116 (% 22.6)
31-40	5 (% 1.2)	414 (% 98.8)	398 (% 95)	21 (% 5)
41-50	2 (% 0.5)	375 (% 99.5)	366 (% 97.1)	11 (% 2.9)
51-60	3 (% 0.9)	347 (% 99.1)	341 (% 97.4)	9 (% 2.6)
60 yaş üstü	6 (% 1.5)	401 (% 98.5)	388 (% 95.3)	19 (% 4.7)

EVALUATION OF HEPATITIS A SEROPREVALENCE IN DIFFERENT AGE GROUPS IN ERZURUM REGION

Erkan Özmen\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ataturk University, Faculty of Medicine, Department of Microbiology, Erzurum, Turkey

**Background:** Hepatitis A virus (HAV) infection, which is seen all over the world, is an important public health problem especially in developing countries. This virus is spread to the environment with the feces of people who have an infection. The prevalence of the disease is closely related to socio-economic conditions and environmental factors. 80-95% of children under the age of five affected by the virus recover without a pronounced symptom, but in approximately 75-90% of adults, the disease is symptomatic. The aim of this study is to determine the seroprevalence of Hepatitis A in patients in different age groups who applied to Atatürk University Medical Faculty Hospital between April 1, 2018 and April 01, 2019.

**Material/methods:** In our hospital, blood samples were taken from the patients who were asked for anti-HAV IgM and anti-HAV IgG tests as a result of their clinical examination and sent to the laboratory. The patient bloods were centrifuged and the serum sections were separated. Desired tests Dia. Pro Diagnostic Bioprobes (Sesto San Giovanni-Italy) were assayed using Micro-ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) kits. The patients were classified as 0-5, 6-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60 and above 60 years of age.

**Results:** In this study, a total of 2335 patients, 1191 of whom were women and 1144 men, were examined. Anti-HAV IgM and Anti HAV IgG positivity were 18 (0.8%) and 2088 (89.4%), respectively. Anti-HAV IgM positivity was seen in 1.5% of patients above 60 years of age, but not under 10 years of age. Anti-HAV IgG positivity was highest in 51-60 age group and the lowest in 11-20 age group.

**Conclusions:** In our study, anti-HAV IgG positivity was found to be quite high especially in individuals over 30 years of age. With the inclusion of Hepatitis A in October 2012 in the health ministry vaccination calendar, anti-HAV IgG positivity has also increased in child age group. We believe that the frequency of HAV infection will gradually decrease with the increase in the socioeconomic level, community-oriented trainings and vaccination activities.

**Key words:** anti HAV IgM, Hepatitis A, seroprevalence,

**Table 1. Distribution of anti-HAV IgM and Anti HAV IgG results by age range**

Age range	Anti-HAV IgM		Anti HAV IgG	
	Positive number/%	Negative number /%	Positive number/%	Negative number /%
0-5	-	38 (% 100)	34 (% 89.5)	4 (% 10.5)
6-10	-	22 (% 100)	18(% 81.8)	4 (% 18.2)
11-20	1 (% 0.5)	207 (% 99.5)	145 (% 69.7)	63 (% 30.3)
21-30	1 (% 0.2)	513 (% 99.8)	398 (% 77.4)	116 (% 22.6)
31-40	5 (% 1.2)	414 (% 98.8)	398 (% 95)	21 (% 5)
41-50	2 (% 0.5)	375 (% 99.5)	366 (% 97.1)	11 (% 2.9)
51-60	3 (% 0.9)	347 (% 99.1)	341 (% 97.4)	9 (% 2.6)
Over 60 years old	6 (% 1.5)	401 (% 98.5)	388 (% 95.3)	19 (% 4.7)

**YAYGIN KAS- İSKELET SİSTEMİ AĞRISI OLAN HASTALARIN  
D VİTAMİNİ DÜZEYLERİ**

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih BAYGUTALP, Dr. Öğr. Üyesi Ayhan KUL,**

**Araş.Gör. Dr. Köksal SARIHAN**

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı,  
Erzurum, Türkiye

**Özet**

Girişimsel ve gözlemsel araştırmalar D vitamininin değişik klinik durumlardaki ağrı şiddetinde ve nosiseptif ve enflamatuar ağrı yönetiminde rolü olduğunu göstermektedir. D vitamini takviyesinin ağrı tedavisindeki etki potansiyeli ile ilgili çelişkili sonuçlar bulunmasına rağmen, D vitamini takviyesinin ağrı tedavisinde olumlu etkisi olduğuna dair önemli kanıtlar vardır. Bu çalışmada Erzurum ili Özel Buhara Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine son üç yıl içinde (Ocak 2016-Aralık 2018 tarihleri arasında) müracaat eden hastalardan yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastalar (827 hasta) retrospektif olarak hastane bilgisayar veri tabanı kullanılarak taranmıştır. Hastaların demografik bilgileri (yaş, cinsiyet) ve serum 25 (OH) D konsantrasyonu bilgileri kaydedilmiştir. Serum 25 (OH) D konsantrasyonu 60 ng/mL'nin üzerinde olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Hastalar serum 25 (OH) D konsantrasyonuna göre 4 grupta değerlendirilmiştir: <10 ng/ml: ciddi yetersizlik, 11-20 ng/ml: yetersizlik, 21-30 ng/ml: eksiklik, 31-60 ng/mL: yeterli. Yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastaların tamamının ortalama serum 25 (OH) D seviyesi  $15,02 \pm 10,36$  ng/ml (N=827), kadın hastaların  $15,04 \pm 10,85$  ng/ml (N=200), erkek hastaların  $15,11 \pm 8,72$  ng/ml (N=627) olarak bulunmuştur. Yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastaların % 38,7 kadarında ciddi D vitamini yetersizliği, % 39,3 kadarında D vitamini yetersizliği, % 14,0 kadarında D vitamini eksikliği olduğu görülmüştür. Sonuçlarımız, Erzurum ilinde yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastaların önemli bir kısmının D vitamini yetmezliği ve eksikliğine sahip olduğunu göstermektedir. Yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda D vitamini seviyelerinin ölçülmesi ve tedavi planlanmasında göz önüne alınması önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** ağrı, cinsiyet, vitamin D eksikliği



**VITAMIN D LEVELS OF PATIENTS WITH  
WIDESPREAD MUSCULOSKELETAL PAIN**

**Asst. Prof. Fatih BAYGUTALP, Asst. Prof. Ayhan KUL,**

**Res. Asst. Köksal SARIHAN (MD)**

Atatürk University, School of Medicine,

Department of Physical Therapy and Rehabilitation, Erzurum, Turkey

drbaygutalp@gmail.com, drayhankul@gmail.com, koksalsarihan@hotmail.com

**Abstract**

Interventional and observational studies demonstrate that vitamin D has a role in pain severity and nociceptive and inflammatory pain management in different clinical situations. Although there are conflicting results regarding the potential for effect of vitamin D supplementation in the treatment of pain, there is considerable evidence that vitamin D supplementation has a positive effect on the treatment of pain. In this study, patients with widespread musculoskeletal pain (827 patients) who were admitted to the Physical Medicine and Rehabilitation outpatient clinic of Erzurum Special Medical Hospital between January 2016 and December 2018 were retrospectively screened using the hospital computer database. Demographic data (age, gender) and serum 25 (OH) D concentration were recorded. Patients with serum 25 (OH) D concentration above 60 ng / mL were not included to the study. Patients were evaluated in 4 groups according to serum 25 (OH) D concentration as follows: <10 ng / ml: severe deficiency, 11-20 ng / ml: deficiency, 21-30 ng / ml: insufficiency, 31-60 ng / mL: sufficiency. The mean serum 25 (OH) D level of patients with widespread musculoskeletal pain was found to be  $15,02 \pm 10,36$  ng/ml (N=827) in all patients,  $15,04 \pm 10,85$  ng/ml (N=200) in women and  $15,11 \pm 8,72$  ng/ml (N=627) in men. Among patients with widespread musculoskeletal pain, % 38,7 were considered as severe vitamin D deficient, % 39,3 as deficient and % 14,0 as insufficient. Our results show that a major proportion of patients with widespread musculoskeletal pain in Erzurum have vitamin D deficiency and insufficiency. It is important to determine the levels of vitamin D in patients with widespread skeletal-muscular system pain and to consider in the treatment planning.

**Keywords:** gender, pain, vitamin D deficiency

## 1.GİRİŞ

D vitamini eksikliği dünya çapında görülen yaygın bir sağlık problemidir ve kırık, miyopati, kardiyovasküler hastalık, diyabet, psikiyatrik hastalıklar, enfeksiyonlar ve kritik hastalıklarla ilişkilidir. D vitamini eksikliği ile iskelet-kas sistemi hastalıkları arasında ilişki olduğu bilinmektedir<sup>1</sup>.

Gözlemsel çalışmalar, yeterli D vitamin seviyelerinin normal kas fonksiyonu ve gücü için gerekli olduğunu ortaya koymuştur<sup>2</sup>. İlaveten, birçok çalışmada vitamin D seviyeleri ile nöromusküler koordinasyon arasında bir ilişki olduğunu gösterilmiştir. Küçük ölçekli, randomize ve plasebo kontrollü bir çalışmada (n=30), fibromiyalji hastalarında D vitamini tedavisinin (50,000 IU/hafta, 20 hafta süreyle), ağrı ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir<sup>3</sup>. Küçük ölçekli benzer bir gözlemsel çalışmada da (n=58), kronik non-spesifik ağrı ve yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda D vitamini tedavisinin (50,000 IU/hafta, 12 hafta süreyle), ağrıyı azalttığı ve yaşam kalitesini iyileştirdiği gösterilmiştir<sup>4</sup>. Bununla beraber, diffüz kas-iskelet sistemi ağrısına sahip olan ve D vitamini düzeyleri yeterli olan (ortalama 72 nmol/L) hastalarda D vitamini tedavisinin ağrı şiddetinin azaltılmasında ve yaşam kalitesinin artırılmasında olumlu etkisi olmadığı rapor edilmiştir<sup>5</sup>. D vitamini ve ağrı ile ilişkili çalışmalarda çelişkili sonuçlar bulunmuş olması, D vitamini ölçüm metodlarının farklılığından, kontrol grubu yokluğundan, D vitamini sonuçlarının mevsim, yaş ve cinsiyete göre değerlendirilmemesi gibi bazı nedenlerden kaynaklanabilir.

D vitamini düzeylerinin yeterli olması yalnızca iskelet sistemi için değil aynı zamanda sağlıklı bir immün sistem için de gereklidir. Girişimsel ve gözlemsel araştırmalar D vitamininin değişik klinik durumlardaki ağrı şiddetinde ve ağrı yönetiminde rolü olduğunu göstermektedir. D vitamini takviyesinin ağrı tedavisindeki etki potansiyeli ile ilgili bazı çelişkili sonuçlar bulunmasına rağmen, D vitamini takviyesinin ağrı tedavisinde olumlu etkisi olduğuna kanıtlar önemini korumaktadır.

Ağrı yönetiminde D vitamini için olası mekanizmalar, azaltılmış sitokin ve prostaglandin salınımının aracılık ettiği anti-enflamatuar etkiler ve T hücre salınımındaki etkiler kaynaklıdır. Fiziksel ağrı genellikle nosiseptif, enflamatuar ve nöropatik ağrı olarak sınıflandırılır. Nosiseptif ağrı, opioidler ve steroid olmayan anti-enflamatuar ilaçlar (NSAID'ler) ile tedavi edilebilirken, enflamatuar ağrı tedavisinde steroidler ve NSAID'ler; nöropatik ağrı tedavisinde anti-epileptik ilaçların alt grupları veya trisiklik antidepresanlar kullanılırlar. Çalışmalar D vitamininin nosiseptif ve enflamatuar ağrı mekanizmalarını etkileyebileceğini göstermiştir. Nöropatik ağrıda D vitamini rolü ile ilgili çok az veri vardır.

Gözlemsel bir çalışma, D vitamini eksikliği ile karpal tünel sendromu arasındaki olası ilişkileri göstermiştir ve girişimsel bir çalışmada da, çok yüksek bir tek D vitamini dozu uygulanması sonrasında diyabetik nöropatik ağrıya iyileşme olduğunu göstermiştir<sup>6</sup>.

D vitamin ve ağrı ile ilgili yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu D vitamini seviyeleri yeterli olmayan hastalarda, kas-iskelet sistemi ağrılarında D vitamini kullanımının ağrının azaltılmasında faydalı olacağını göstermektedir. Yaygın kas-iskelet sistemi ağrısına sahip olan kişilerde D vitamin seviyelerinin düşüklüğü hastalık şiddetinin artmasına neden olabilir. Bu nedenle yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda serum D vitamini seviyelerinin tespit edilmesi konusunda güncel çalışmaların yapılması ve hekimlerin tedavi rehberlerinde göz önünde bulundurulması önemlidir.

Bu araştırmanın amacı; yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastaların serum D vitamini düzeylerini retrospektif olarak belirlemektir.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında Erzurum ili Özel Buhara Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine son üç yıl içinde (Ocak 2016-Aralık 2018 tarihleri arasında) başvuran ve yaygın kas-iskelet sistemi ağrısına sahip olan hastaların (827 hasta) serum D vitamini seviyeleri retrospektif olarak hastane otomasyon sistemi altyapısı ve dosya arşivleri kullanılarak araştırılmıştır.

Hastaların demografik bilgileri (yaş, cinsiyet) ve serum 25(OH)D konsantrasyonu bilgileri kaydedilmiştir. Serum 25(OH)D konsantrasyonu 60 ng/mL'nin üzerinde olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Yaygın kas-iskelet sistemi ağrısına sahip olan
- Serum 25 (OH) D vitamini konsantrasyonları belirlenmiş olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Travma hikayesi, enfeksiyon, endokrinolojik, nörolojik bozukluklar,
- Romatolojik hastalıklar,
- Maligniteler,
- Depresyon,
- Patolojik kırık,
- İleri osteoporoz

öyküsü olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Hastalar serum 25(OH)D konsantrasyonuna göre; <10 ng/ml: ciddi D vitamini yetmezliği, 11-20 ng/ml: D vitamini yetmezliği, 21-30 ng/ml: D vitamini eksikliği ve 31-60 ng/ml: normal olarak 4 alt grupta değerlendirilmiştir<sup>7</sup>. Hastalar yaşlarına göre; 18-35, 36-45, 46-55, 56-65, 66-75 ve 76-100 yaş arası olmak üzere 6 alt grupta değerlendirilmiştir.

Ayrıca hastaların ortalama serum 25 (OH) D konsantrasyonlarının cinsiyete göre dağılımı ve cinsiyetler arasındaki farklılığı da araştırılmıştır.

25 (OH) D konsantrasyonları çalışmanın yapılacağı hastanenin laboratuvarında immünassay yöntemle Siemens Advia Centaur XP cihazında analiz edilmektedir (son üç yıldır aynı yöntemle ve aynı cihazla).

Çalışma öncesinde Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 22.04.2019 tarih ve 03/11 karar numarası ile onay alınmıştır.

Araştırma sonuçları SPSS 25 paket programı ile değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistiksel analizler ve yaş gruplarına ve cinsiyete göre verilerin analizinde ki-kare testi kullanılmıştır. Alt grupların karşılaştırılmasında post-hoc Tukey testi kullanılmıştır. %95 güven aralığında  $p < 0.05$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

### 3.BULGULAR

Hastaların yaş ve serum 25 (OH) D seviyeleri ortalamaları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Hastaların yaşları ve serum 25 (OH) D vitamini seviyeleri

	Yaş (yıl) (ort±ss)	25 (OH) D (ng/ml) (ort±ss)
<b>Tüm hastalar (N=827)</b>	47.84±18.01	15.02±10.36
<b>Kadın hastalar (N=200)</b>	44.14±17.01	15.04±10.85
<b>Erkek hastalar (N=627)</b>	49.02±18.17	15.11±8.72

ort±ss: ortalama ± standart sapma

Kadın hastaların ve erkek hastaların cinsiyetlerine göre serum 25 (OH) D vitamini düzeyleri arasında anlamlı fark görülmedi ( $p=0.930$ ).

25 (OH) D vitamini yeterliliği açısından serum 25 (OH) D vitamini seviyelerinin % dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. 25 (OH) D vitamini yeterliliği açısından 25 (OH) D vitamini seviyelerinin cinsiyet ve yaş gruplarına göre % dağılımı Tablo 3'de ve Şekil 1-3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Serum 25 (OH) D vitamini seviyelerinin dağılımı (%)

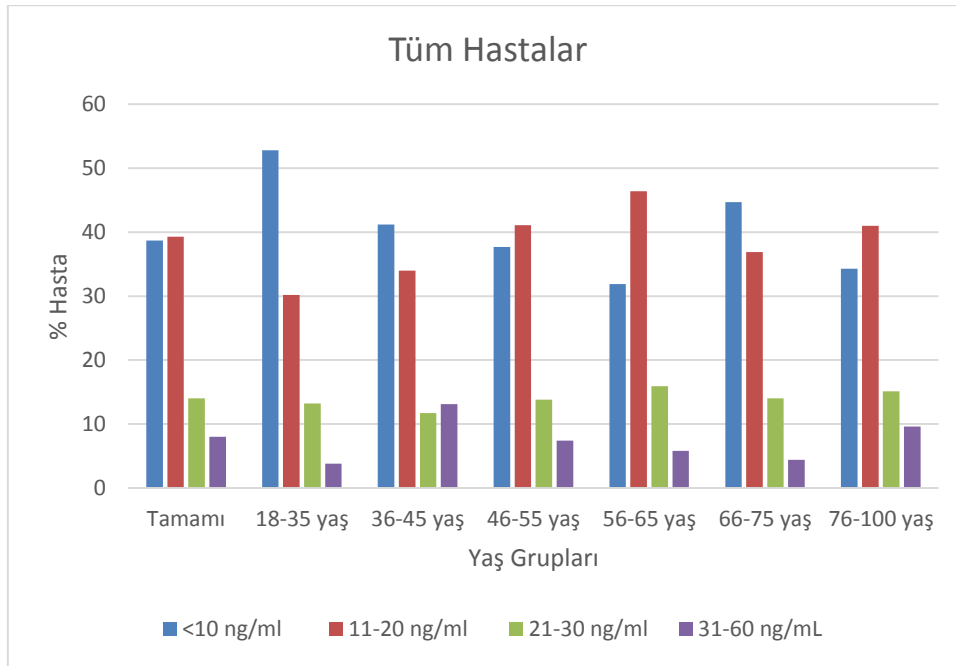
	25 (OH) D (%)			
	<10 ng/ml	11-20 ng/ml	21-30 ng/ml	31-60 ng/mL
<b>Tüm hastalar (N=827)</b>	%38.7	%39.3	%14	%8
<b>Kadın hastalar (N=200)</b>	%42.4	%35.9	%12.8	%8.9
<b>Erkek hastalar (N=627)</b>	%26.7	%50.3	%17.8	%5.2

**Tablo 3.** 25 (OH) D vitamini seviyelerinin cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımı (%)

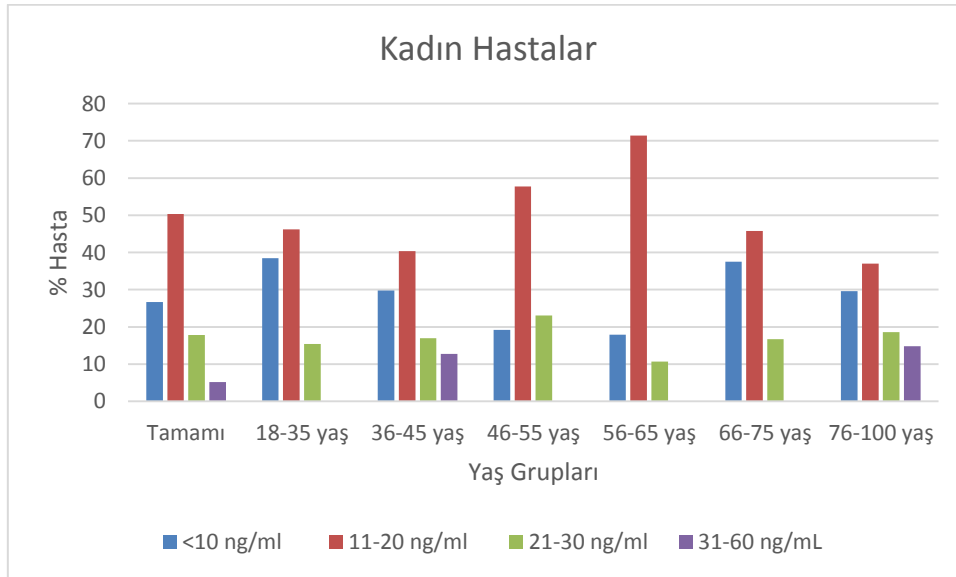
25 (OH) D	<10 ng/ml	11-20 ng/ml	21-30 ng/ml	31-60 ng/mL
<b>Tüm hastalar</b>				
<b>Tamamı</b>	%38.7	%39.3	%14.0	%8.0
<b>18-35 yaş</b>	%52.8	%30.2	%13.2	%3.8
<b>36-45 yaş</b>	%41.2	%34.0	%11.7	%13.1
<b>46-55 yaş</b>	%37.7	%41.1	%13.8	%7.4
<b>56-65 yaş</b>	%31.9	%46.4	%15.9	%5.8
<b>66-75 yaş</b>	%44.7	%36.9	%14.0	%4.4
<b>76-100 yaş</b>	%34.3	%41.0	%15.1	%9.6
<b>Kadın hastalar</b>				
<b>Tamamı</b>	%26.7	%50.3	%17.8	%5.2
<b>18-35 yaş</b>	%38.5	%46.2	%15.4	%0.0
<b>36-45 yaş</b>	%29.8	%40.4	%17.0	%12.8
<b>46-55 yaş</b>	%19.2	%57.7	%23.1	%0.0
<b>56-65 yaş</b>	%17.9	%71.4	%10.7	%0.0
<b>66-75 yaş</b>	%37.5	%45.8	%16.7	%0.0
<b>76-100 yaş</b>	%29.6	%37.0	%18.6	%14.8
<b>Erkek hastalar</b>				
<b>Tamamı</b>	%42.4	%35.9	%12.8	%8.9
<b>18-35 yaş</b>	%57.5	%25.0	%12.5	%5.0
<b>36-45 yaş</b>	%46.2	%31.1	%9.5	%13.2
<b>46-55 yaş</b>	%45.5	%34.1	%9.9	%10.6
<b>56-65 yaş</b>	%35.4	%40.0	%17.3	%7.3
<b>66-75 yaş</b>	%46.7	%34.4	%13.3	%5.6
<b>76-100 yaş</b>	%35.2	%41.7	%14.4	%8.7

Hastalar cinsiyetlerine ve yaş gruplarına göre gruplandırılarak değerlendirildiğinde tüm hastaların ve erkek hastaların serum 25 (OH) D vitamini düzeylerinin yaş gruplarına göre farklılık göstermediği görüldü (sırasıyla  $p=0.067$  ve  $p=0.123$ ). Kadın hastalarda ise serum 25 (OH) D vitamini düzeylerinin yaş grupları arasında farklılık gösterdiği görüldü ( **$p=0.046$** ).

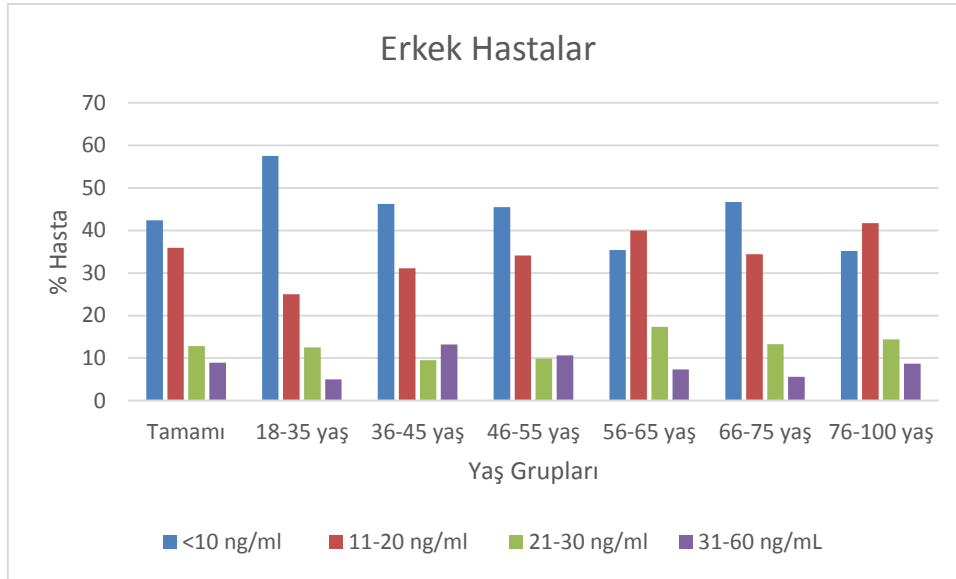
Kadın hastalarda yaş gruplarına göre 25 (OH) D vitamini düzeyleri arasında görülen farklılığın hangi alt gruplardan kaynaklandığı Post-Hoc Tukey testi yapılarak değerlendirildi. Buna göre 36-45 yaş ile 76-100 yaş arasındaki kadın hastaların bulunduğu her iki alt grubun; 18-35, 46-55, 56-65 ve 66-75 yaş arasındaki alt gruplarla 25 (OH) D vitamini düzeyleri açısından farklılık gösterdiği görüldü (**Toplam 8 karşılaştırmanın her birinde  $p<0.05$** ).



Şekil 1. Tüm hastalarda 25 (OH) D vitamini seviyelerinin cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımı (%)



Şekil 2. Kadın hastalarda 25 (OH) D vitamini seviyelerinin cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımı (%)



**Şekil 3.** Erkek hastalarda 25 (OH) D vitamini seviyelerinin cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımı (%)

#### 4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamız sonucunda polikliniğimize yaygın kas- iskelet sistemi ağrısı şikayeti ile başvuran hastaların % 38.7'sinde ciddi D vitamini yetersizliği, % 39.3'lük kısmında D vitamini yetmezliği, %14.0'ında D vitamini eksikliği olduğu ve toplamda hastaların %92'sinde D vitamini seviyelerinin referans aralığın alt sınırı olan 30 ng/ml'den düşük olduğu görüldü. D vitamini eksikliği ve yetmezliği tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygındır. Ülkemizin doğu bölgesinde yer alan ilimizde iklim şartlarından dolayı güneş ışığına maruziyetin azalmış olması, D vitamini seviyelerinin düşük olmasına neden olmaktadır. Yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı şikayeti olan hastaların serum D vitamini seviyelerinin tespit edilmesi ve gerekli durumda D vitamini destek tedavisi uygulanması tedavinin başarısı açısından önem taşımaktadır.

#### 5.KAYNAKLAR

- 1) Hightower JM, Dalessandri KM, Pope K, Hernandez GT. Low 25-Hydroxyvitamin D and Myofascial Pain: Association of Cancer, Colon Polyps, and Tendon Rupture. J Am Coll Nutr 2017;36:455-61.
- 2) Koundourakis NE, Avgoustinaki PD, Malliaraki N, Margioris AN. Muscular effects of vitamin D in young athletes and non-athletes and in the elderly. Hormones 2016; 15: 471-88.

- 3) Wepner F, Scheuer R, Schuetz-Wieser B, Machacek P, Pieler-Bruha E, Cross HS, Hahne J, Friedrich M. Effects of vitamin D on patients with fibromyalgia syndrome: A randomized placebo-controlled trial. *Pain* 2014; 155: 261-8.
- 4) Yilmaz R, Salli A, Cingoz HT, Kucukse S, Ugurlu H. Efficacy of vitamin D replacement therapy on patients with chronic nonspecific widespread musculoskeletal pain with vitamin D deficiency. *Int J Rheum Dis* 2016; 19: 1255-62.
- 5) Warner AE, Arnsperger SA. Diffuse musculoskeletal pain is not associated with low vitamin D levels or improved by treatment with vitamin D. *J Clin Rheumatol* 2008; 14: 12-16.
- 6) Helde-Frankling M, Björkhem-Bergman L. Vitamin D in Pain Management. *Int J Mol Sci* 2017; 18: 2170. doi:10.3390/ijms18102170
- 7) Sozen T, Gogas Yavuz D, ve ark. Metabolik Kemik Hastalıkları Tanı Ve Tedavi Kılavuzu. Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği, 1.Baskı. İstanbul: Galenos yayınevi, 2012:19-27.



**Cu<sup>2+</sup> KATKILANDIRILMIŞ [Ni(sac)<sub>2</sub>(enc)<sub>2</sub>].(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> KRİSTALİNİN EPR  
SPEKTORSKOPİSİ ile İNCELENMESİ**

<sup>1</sup>M. FİDAN, <sup>2</sup>M. KOCAKOÇ ve <sup>3</sup>R.TAPRAMAZ

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 25240 Erzurum-Türkiye,

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek Yüksekokulu, Adana-Türkiye

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Samsun-Türkiye

## ÖZET

Cu<sup>2+</sup> iyonu katkılandırılan [Ni(sac)<sub>2</sub>(enc)<sub>2</sub>].(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> kompleksi etilnikotinat (enc) ve sakarin (sac) kullanılarak sentezlendi ve elektron paramanyetik rezonans (EPR) spektroskopisi ile incelendi. Tek kristalin oda sıcaklığında alınan EPR spektrumları analiz edilmiş ve manyetik olarak farklı, kimyasal olarak aynı özelliklere sahip iki Cu<sup>2+</sup> kompleksinin olduğu sonucuna varılmıştır. Tek kristal ve toz spektrumlarından spin-hamiltonien parametreleri belirlenmiştir.

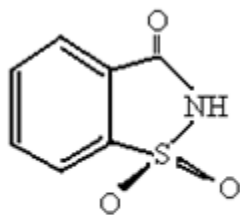
**Anahtar Kelimeler:** EPR spektroskopisi, sakkarin, Cu<sup>2+</sup> iyonu.

## ABSTRACT

Cu<sup>2+</sup> ions doped [Ni(sac)<sub>2</sub>(enc)<sub>2</sub>].(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub> complex synthesized by using ethylnicotinate (enc) and saccharin (sac) and investigation with EPR Spectroscopy. Single crystal EPR spectra at room temperature are resolved and are concluded to be two Cu<sup>2+</sup> complexes with magnetically different, chemically identical properties. The spin-Hamiltonian parameters are determined from single crystal and powder spectra.

**Key Words:** EPR spectroscopy, saccharin and Cu<sup>2+</sup> ions.

## 1. GİRİŞ



Hsal (Sakarın)

Yapay bir tatlandırıcı olan sakarin (*o*-sulfobenzimide, sac) kimyasında artan bilimsel dikkat, onun hem kalorik olmayan gıda tatlandırıcılarda ticari kullanımlarından hem de imino nitrojen, karbonil ve sülfonil oksijeni gibi fonksiyonel gruplara sahip olmasından dolayıdır [1-4]. Sakarinin en yaygın koordinasyon modu, genellikle birinci sıra geçiş metallerinin aqua bis (saccharinato) komplekslerinde gözlenen negatif

yüklü azot atomu aracılığıyla ligasyonudur ve karbonil oksijeni vasıtasıyla koordinasyonu da özellikle alkali, toprak alkali, iç geçiş ve p-blok metallere sahip belli durumlarda oluşabilir. Ayrıca, sakarin anyonu bazı durumlarda N ve O (karbonil) atomları aracılığıyla bir köprü ligand görevi görür [5-7]. Sakarinler yardımcı ligandların varlığında genel koordinasyon tercihlerinden farklı bir tavır sergilemelerine sebep olan N-donör aromatik heterosiklik bileşikler oluştururlar.

Biyolojik açıdan önemli geçiş metal iyonları ile daha fazla sakarin koordinasyon modunun belirlenmesi üzerine sakarinatın karışık ligand metal (II) kompleksleri ve yapıları sentezlendi. Bu çalışmada, enc ligand ile yeni bir nikel-sakarin kompleksinin sentezini,  $[\text{Ni}(\text{sac})_2(\text{enc})_2] \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ , ve manyetik özelliklerini inceledik.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1. $[\text{Ni}(\text{sac})_2(\text{enc})_2] \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$ 'nin Sentezi

2 mmol nikel asetatın 20 mL'lik saf suda çözdürülmesiyle hazırlanan çözeltiliye, sulu bir sodyum sakarinat çözeltisi (4 mmol, 20 mL) damla damla ilave edilmiştir. 30 dakika karıştırıldıktan sonra çökeltiler süzüldü. Sürekli karıştırma altında sulu çözeltiliye etilnikotinat (enc) (2 mmol, 20 mL) sulu çözeltisi ve  $\text{Cu}^{2+}$  iyonlarının katkılanması için eser miktarda  $[\text{Cu}(\text{sac})_2(\text{enc})_2] \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$  eklenmiştir. Karışımlar oda sıcaklığında bekletildi ve yaklaşık iki hafta sonra iyi biçimlenmiş kristaller ( $[\text{Ni}(\text{sac})_2(\text{enc})_2] \cdot (\text{H}_2\text{O})_2 : \text{Cu}^{2+}$ ) aseton ile yıkanarak ölçümler için seçildi.

### 2.2. Deneysel Yöntem

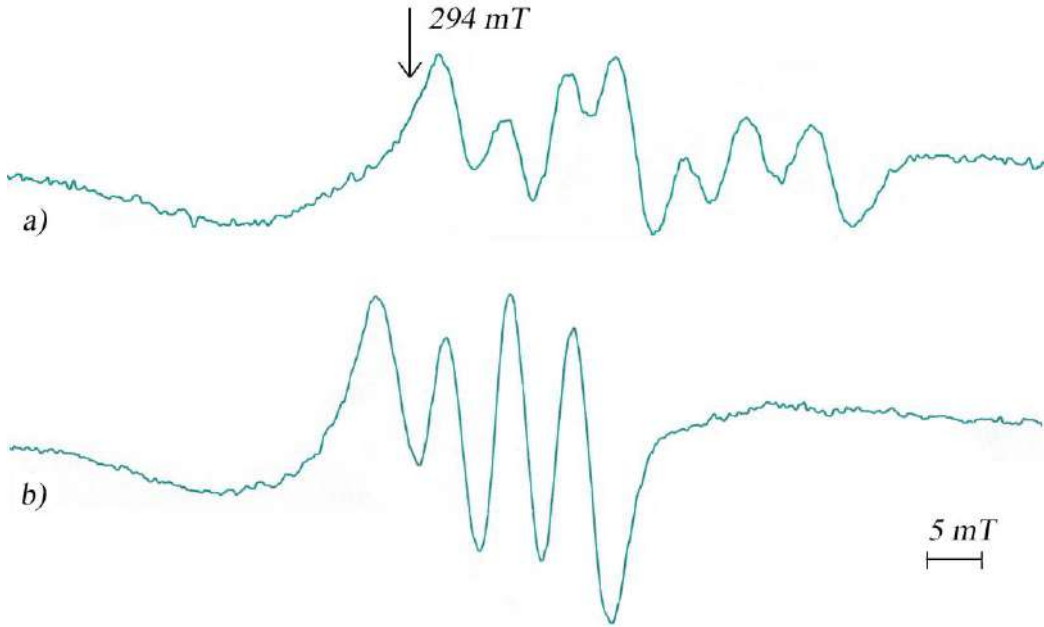
EPR spektrumları, bir Varian E-4 Line Century Series EPR X bandı spektrometresi kullanılarak kaydedildi. Manyetik alan modülasyon frekansı 100 kHz ve mikrodalga gücü yaklaşık 20 mW idi.  $g$  değerleri,  $g = 2,0036$  olan bir difenilpirilhidrazil (dpph) numunesi ile karşılaştırılarak elde edildi.

## 3. BULGULAR

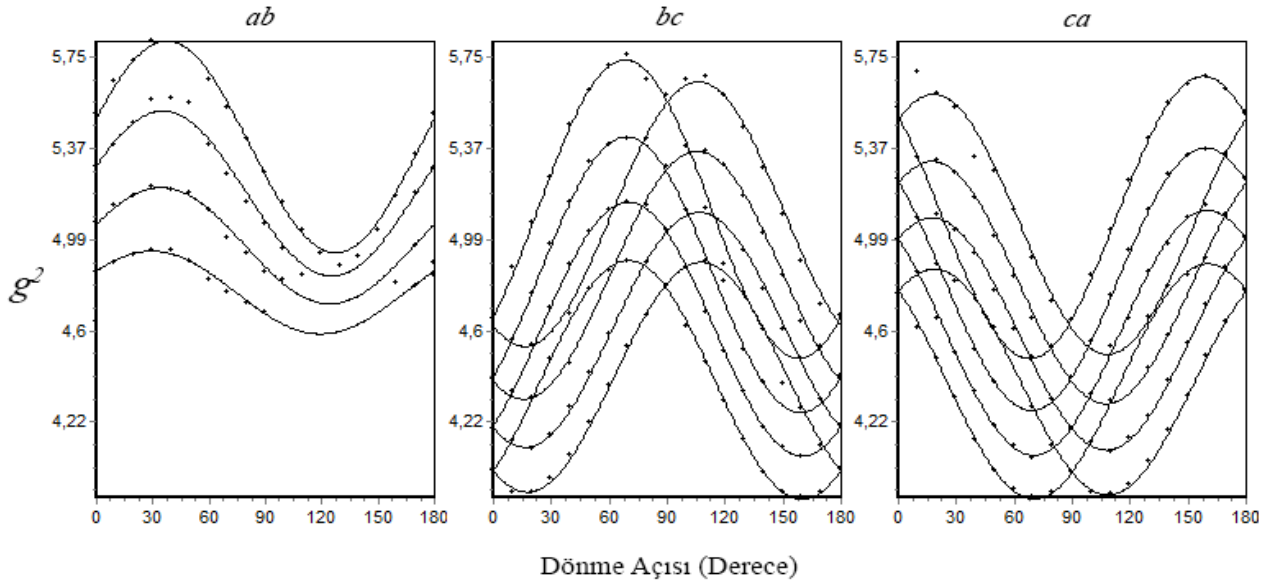
Bu çalışmada  $[\text{Ni}(\text{sac})_2(\text{enc})_2] \cdot (\text{H}_2\text{O})_2 : \text{Cu}^{2+}$  tek kristalinin gonyometreye sırasıyla xy, xz ve yz düzlemlerinde takılarak  $10^\circ$ 'lik adımlarla döndürülmek suretiyle EPR spektrumları oda sıcaklığında kaydedilmiştir. Şekil 1'de monoklinik c ekseninde alınmış spektrumlar verilmiştir. Spektrum çekirdek spini ( $I = 3/2$ ) ile elektron spininin etkileşiminden ortaya çıkan dört çizgiden ibarettir (Şekil 1.b). Spektrumlar incelendiğinde tek kristalin maksimum

sayılabilen sekiz çizgisi, bize  $\text{Cu}^{2+}$  iyonunun monoklinik bu yapıda iki site oluşturduğunu göstermektedir (Şekil 1.a). Spektrum çizgileri, yönelime göre anizotropur ve çizgi genişlikleri de değişmektedir. Bu değişim, kristalin üç dik düzlemde döndürülmesi esnasında çizgi genişliklerinin  $m_l$  bağımlılığı olmasından ve farklı site çizgilerinin üst üste gelmesinden kaynaklanmaktadır [8-14].

EPR spektrumlarında manyetik alana göre elde edilen çizgilerin açığa göre değişimlerinin simülasyonu bir bilgisayar programı yardımıyla yapılarak grafikleri çizilmiştir (Şekil 2).



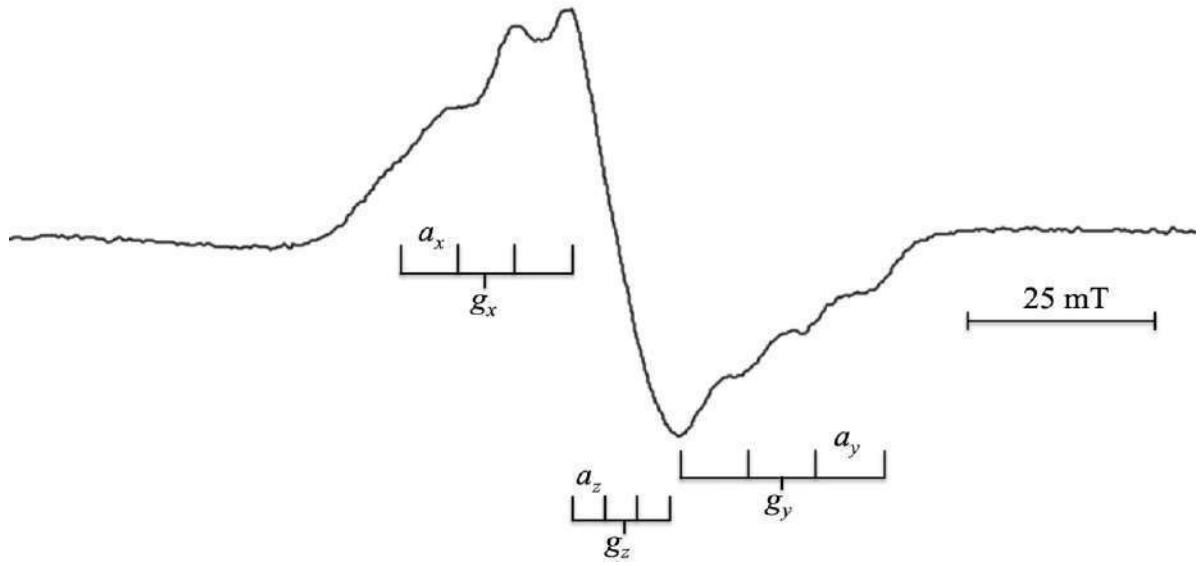
**Şekil 1. a)** Manyetik alan monoklinik c eksenine ile  $50^\circ$  'lik açı yaparken ve **b)** manyetik alan aynı eksenle paralelken  $\text{Cu}^{2+}$  katkılanmış  $[\text{Ni}(\text{sac})_2(\text{enc})_2].(\text{H}_2\text{O})_2$  kristalinin EPR spektrumları.



**Şekil 2.**  $\text{Cu}^{2+}$  katkılanmış  $[\text{Ni}(\text{sac})_2(\text{enc})_2].(\text{H}_2\text{O})_2$  kristalinin oda sıcaklığındaki EPR spektrumlarının açısal değişimi.

Oda sıcaklığında toz kristal halde kaydedilen kompleksin EPR spektrumu, bakır (II) iyonunun etrafındaki koordinasyon ortamı hakkında bilgi sağlar. Toz spektrumundan  $g_x = 2,28$ ,  $g_y = 2,03$ ,  $g_z = 2,16$  ve  $A_x = 70,00$  G,  $A_y = 100,00$  G,  $A_z = 50,00$  G olarak ölçülmüştür (Şekil 3). Bu değerlerden  $g_x \neq g_y \neq g_z$  ve  $A_x \neq A_y \neq A_z$  olduğu görülmektedir ve buradan da  $\text{Cu}^{2+}$  iyonunun yerel simetrisinin ortorombik bir bozulmaya uğradığı anlaşılmaktadır. Toz spektrumdan ölçülen parametreler tek kristal parametreleri ile birlikte Tablo 1'de verilmektedir.

$\text{Cu}^{2+}$  iyonu oktahedral kristal alanda  $^2D$  durumunda bir  $d^9$  iyonudur. Ancak,  $\text{Cu}^{2+}$  iyonları için mükemmel bir oktahedral simetriye sahip kompleks yoktur; çünkü, kübik simetri dejenere  $d_{x^2-y^2}$  yörüngesindeki bir elektron boşluğu (hole) tarafından bozulur ve bu durum tetragonal veya ortorombik bozulmaya sebep olur. Beş koordineli bakır (II) kompleksi iki geometriye sahip olabilir, yani sırasıyla  $d_{x^2-y^2}$  veya  $d_{3z^2-r^2}$  zemin durumları ile karakterize edilen trigonal bipiramidal ve kare piramidal. EPR spektrumu, bu iki temel durumu birbirinden ayırmak için mükemmel bir temel sağlar.



**Şekil 3.**  $\text{Cu}^{2+}$  katkılandırılmış  $[\text{Ni}(\text{sac})_2(\text{enc})_2].(\text{H}_2\text{O})_2$  toz numunenin oda sıcaklığındaki EPR spektrumu.

**Tablo 1.**  $\text{Cu}^{2+}$  katkılandırılmış  $[\text{Ni}(\text{sac})_2(\text{enc})_2].(\text{H}_2\text{O})_2$  kristalinin EPR spektrumlarından bulunan spin-Hamiltonien parametreleri.

Site	$A_x(G)$	$A_y(G)$	$A_z(G)$	$g_x$	$g_y$	$g_z$
I	67,02	49,43	94,91	2,17	2,04	2,31
II	70,16	48,14	95,22	2,19	2,03	2,34
Toz Spektrum	70,00	50,00	100,00	2,16	2,03	2,28

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Tablo 1'deki değerler dikkate alındığında  $g_{zz} > g_{xx} > g_{yy}$  olduğundan  $R = (g_{xx} - g_{yy}) / (g_{zz} - g_{xx})$  olarak ifade edilen  $R$  oranı hesaplanabilir. Bu oran,  $R < 1$  için eşlenmemiş elektronun  $d_{x^2-y^2}$  yörüngesinde,  $R > 1$  için ise  $d_{3z^2-r^2}$  yörüngesinde bulunma olasılığını göstermektedir. Yapılan hesaplamalar sonucu  $R_I = 1,93$  ve  $R_{II} = 2,07$  bulunmuş olup eşlenmemiş elektron zamanının çoğunu her üç komplekste de  $d_{3z^2-r^2}$  yörüngesinde geçirmektedir. Bu sonuç  $\text{Cu}^{2+}$  iyonlarının oktahedral simetriden ziyade tetrahedral simetriden bozulmuş kare piramidal yapı gösterdiğine işaret etmektedir.  $\text{Cu}^{2+}$  iyonu kristal yapı içerisinde merkez atomu Ni(II) 'nin yerini almaktadır.

#### 5. REFERANS

- [1] M.E. Gerland, T. Sakata, M.J. Fisher, T. Masui, M.S. Cohen, Cancer Res. 49 (1989) 3789.
- [2] T. Masui, M.A. Mann, D.C. Borgeson, M.E. Gerland, T. Okamura, H. Fujii, C.J. Pelling, M.S. Cohen, Terat. Carcin. Mutagen. 13 (1993) 225.
- [3] M.J. Price, G.C. Biava, L.B. Oser, E.E. Vogin, J. Steinfeld, L.H. Ley, Science 167 (1970) 1131.
- [4] E.J. Baran, V.T. Yilmaz, Coord. Chem. Rev. 250 (2006) 1980.
- [5] F.A. Cotton, L.R. Falvello, R. Llusar, E. Libby, C.A. Murillo, W. Schwotzer, Inorg. Chem. 5 (1986) 3423.
- [6] F.A. Cotton, L.R. Falvello, W. Schwotzer, C.A. Murillo, G. Valle-Bourret, Inorg. Chim. Acta 89 (1991) 190.
- [7] E.J. Baran, C.C. Wagner, M. Rossi, F. Caruso, Z. Anorg. Allg. Chem. 627 (2001) 85.
- [8] R. Kripal, H. Govind, M. Bajpai, M. Maurya, Spectrochim. Acta A 71 (2008) 1302.
- [9] J.E. Wertz, J.R. Bolton, J.A. Weil, Electron Paramagnetic Resonance Elementary Theory and Practical Application, John-Wiley and Sons Inc., Newyork, 1993.
- [10] A. Abragam, B. Bleaney, Electron Paramagnetic Resonance of Transition Ions, Clarendon, Oxford, 1970.
- [11] T.B. Rao, M. Narayana, J. Mol. Struct. 842 (1981) 24-37.
- [12] R. Bıyık, R. Tapramaz, O.Z. Yes\_ilel, Spectrochim. Acta A 68 (2007) 394-398.
- [13] V.P. Seth, V.K. Jain, A. Yadav, R.S. Bansal, Phys. Stat. Solidi B 132 (1985) K139.
- [14] Y. Yerli, F. Koksall, A. Karadag, Solid State Sci. 5 (2003) 1319-1323.

**POSSIBLE PROTECTIVE ROLE OF MARESIN 1 AS AN ANTIOXIDANT AGAINST  
DISTANT ORGAN DAMAGE CREATED USING THE OVARIAN TORSION AND  
DETORSION METHOD**

**Fazile Nur EKİNCİ AKDEMİR<sup>1\*</sup>, Ayhan TANYELİ<sup>2</sup>**

1. Department of Nutrition and Dietetics, Health of High School, Ağrı İbrahim Çeçen University, Ağrı, Turkey.
2. Department of Physiology, Faculty of Medicine, Atatürk University, Erzurum, Turkey.

The aim of the present study is to determine whether maresin 1 has a protective role as antioxidant against distant organ damage caused by ovarian torsion and detorsion. Our study was conducted in accordance with the ethical rules of animal studies. The experimental animals obtained in our study were weighed and randomly grouped. Our groups are organized into sham, torsion-detorsion and torsion-maresin 1-detorsion groups. In this study, total oxidant and antioxidant status, oksidative stress index, malondialdehyde, superoxide dismutase and myeloperoxidase as oksidative stress marker, and tumor necrosis factor alpha and interleukin 1beta levels as inflammatory markers were measured. Superoxide dismutase and total antioxidant status decreased due to torsion-detorsion whereas total oxidant status, oksidative stress index, malondialdehyde, myeloperoxidase, tumor necrosis factor alpha and interleukin 1beta levels increased in torsion-detorsion group according to sham group. However, it was determined that these results changed significantly in the group maresin 1 treatment ( $p<0.05$ ) and approached the findings of the sham group. At the end of this study, it is thought that maresin 1 has a protective role and showed an anti-oxidant and anti-inflammatory effect against distant organ damage caused by ovarian torsion and detorsion.

**Keywords:** Ovarian torsion-detorsion; maresin 1; distant organ damage anti-oxidant; anti-inflammatory.

## FREQUENCY AND CAUSE OF TULAREMIA IN OUR REGION

Dr. Lecturer ÖZGÜR ÇELEBİ

\* Atatürk University Faculty of Medicine Department of Medical Microbiology - Erzurum,

### ÖZET

Tularemia known as rabbit fever or hunter's disease is zoonotic bacterium called *Francisella tularensis* which has a very high virulence. The natural preserver of the disease causing bacteria is rodent animals. It is small and gram negative coccobacillus. In recent years,

The incidence in many regions rather than the expected regions small outbreaks caused by water caused tularemia to become an important public health problem in our country. At diagnosis, microorganisms are produced in approximately 10% of cases in routine cultures and smears. However, since it requires special medium to produce. The diagnosis is made more serologically. Tularemia may cross-react with *Brucella*, *Yersinia* ve *Proteus* OX19. In terms of contamination, The most common way of transmission in our country has determined as insufficient isolation, animals can easily contaminate areas, not enough chlorination or drinking water from sources and storages in which chlorination cannot be sustained. In this study, we aimed to investigate the incidence of Tularemia cases and morbidity rates in our country and province. In our country, the highest cases and morbidity rates in studies between 2008 and 2017 were detected between 2011-2012. In the studies conducted in Erzurum and its countys, the highest number of cases were detected in 2017. It is observed that the highest rate in Aşkale.

As a result, in our city, the reason of the increase seen in the cases can be said that the water storage are renovating and rebuilding between 2017-2018.

**Key Words:** Tularemia, Morbidity, Incidence.

### Bölgemizde Tularemi Görülme Sıklığı ve Sebebi:

Tularemi, tavşan ateşi veya avcı hastalığı gibi isimlerle de bilinen, virülansı çok yüksek olan *Francisella tularensis* adlı bakterinin meydana getirdiği bir zoonozdur. Hastalığa neden olan bakterinin doğal saklayıcısı kemirici hayvanlardır. Küçük, gram negatif bir kokobasildir. Ülkemizde son yıllarda beklenen bölgelerin dışında birçok bölgede tanımlanması ve su kaynaklı küçük salgınların görülmesi tulareminin önemli bir toplum sağlığı sorunu haline gelmesine sebep olmuştur. Tanıda rutin kültür ve yaymalarda olguların yaklaşık %10'unda mikroorganizma üretilir. Ancak üretmek için özel besi yeri gerektiğinden tanı daha çok serolojik olarak konur. *Brucella*, *Yersinia* ve *Proteus* OX19 ile çapraz reaksiyon verebilir. Ülkemizdeki en sık bulaş yolu kontaminasyonlar açısından izolasyonu tam olarak sağlanamamış, hayvanların kolayca kirletebileceği, yeterli klorlama yapılamamış ya da klorlamada sürekliliğin sağlanamadığı kaynak ve depolardan su içilmesi olarak saptanmıştır. Bizde bu çalışmada ülkemiz ve ilimizdeki Tularemi vakalarını ve morbidite oranlarını incelemeyi amaçladık. Ülkemizde 2008 ve 2017 yılları arasında yapılan çalışmalarda en yüksek vaka ve morbidite oranı 2011-2012 yılları arasında tespit edilmiştir. Erzurum ve ilçelerinde yapılan çalışmalarda en yüksek vaka sayısının 2017 yılında olduğu tespit edilmiştir. Aşkale ilçesinde en yüksek oranda olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak ilimizde 2017 -2018 yıllarında vakalarda görülen artış sebebi olarak su depolarının tadilat ve yeniden yapım işlerinin yapılması olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Tularemi, Vaka, Morbidite



## ***Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum* BİTKİSİNİN FARKLI POLARİTEYE SAHİP ÇÖZÜCÜLER KULLANILARAK ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİNİN VE FENOLİK İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**Zeynep Akar<sup>a</sup>, Damla Akıllı<sup>a</sup>, Fatih Serbes<sup>a</sup>**

<sup>a</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik  
Bölümü, 29100, GÜMÜŞHANE

İnsanlar varoluşlarından günümüze gelinceye değin bitkileri başta gıda olmak üzere birçok alanda kullanarak onlardan yarar sağlamışlardır. Bitkiler, hem insanların hem de hayvanların en önemli besin kaynaklarından birisi olmalarının yanı sıra kozmetik, parfümeri, temizlik ve ilaç gibi çeşitli alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Özellikle bitkilerden elde edilen etken maddeler, başta kanser olmak üzere birçok hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitkilerden elde edilen maddelerin çeşitli alanlarda etkin bir şekilde kullanılması, başta bitkilerin antioksidan aktivitesinin belirlenmesine yönelik çalışmalar olmak üzere birçok çalışmayı değerli kılmıştır.

Türkiye'nin sahip olduğu zengin bitki çeşitliliği, düşünüldüğünde bununla orantılı olarak potansiyel antioksidan kaynağının ne denli yüksek olabileceği ortadadır. Bu sebeple çalışmamızda hastalıkların tedavisinde geleneksel olarak kullanılan *Helichrysum* cinsine ait *Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum* bitkisi seçilmiştir. Bitki 2017 yılının temmuz ayında Gümüşhane ili Merkez ilçesi sınırları içerisinde denizden yüksekliği 1970 m yükseklikteki bir alandan toplanılmıştır.

Çalışmada bitkinin sadece çiçek kısımlarının, 2 polar (Metanol ve Asetonitril) ve 2 apolar (Hekzan ve Dietileter) çözücü ile ekstraksiyonu yapılmıştır. Her bir ekstraktın antioksidan aktivitesi % DPPH radikal temizleme, FRAP (Fe (III) indirgeme antioksidan aktivite), ABTS<sup>+</sup> radikal temizleme kapasitesi, Toplam fenolik madde içeriği ve CUPRAC (Bakır(II) indirgeyici) antioksidan aktivite yöntemleriyle belirlenmiştir. Ayrıca metanol ekstraktının fenolik içeriği de HPLC cihazı ile belirlenmiştir.

Sonuçta 5 farklı antioksidan tayin yönteminde de bütün ekstraktların antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ancak, bütün testlerde metanol ekstraktının diğerlerine göre önemli derecede yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra metanol ekstraktının fenolik içeriğine bakıldığında, yürütülen 19 fenolik standart arasından Rutin (20.87 mg/g), Myrecetin (1.48 mg/g), Daidzein (0.35 mg/g) ve Resveratrol (0.13 mg/g) standartlarının sonuç verdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak *Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum* bitkisinden özellikle etken madde elde edilmesinde polar çözücülerin daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Antioksidan aktivite, *Helichrysum*, HPLC, fenolik

## DETERMINATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY AND PHENOLIC CONTENT OF *Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum* IN DIFFERENT POLARITY SOLVENTS

Zeynep Akar<sup>a</sup>, Damla Akıllı<sup>a</sup>, Fatih Serbes<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Gümüşhane University Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Genetic and Bioengineering, 29100, GÜMÜŞHANE

People have benefited from plants in many areas from past until present, especially as food. Plants are one of the most important food sources of both humans and animals. In addition, they are widely used in various fields such as cosmetics, perfumery, cleaning and medicine. The active substances obtained from plants are widely used in the treatment of many diseases, particularly cancer. The effective use of these substances in various fields has increase important of many studies such as determination the antioxidant activity.

To have Turkey's rich plant diversity indicate that a high potential source of antioxidants. Therefore, *Helichrysum plicatum* DC subsp. *plicatum* belonging to the genus *Helichrysum* used traditionally in the treatment of diseases was selected for the present study. Plant samples were collected from at 1970 m a.s. 1 in the Central District of Gümüşhane province in July of 2017.

In the study, only the flower parts of the plant were extracted with 2 polar (Methanol and Acetonitrile) and 2 apolar (Hexane and Diethylether) solvents. The antioxidant activity of each extract was determined with use of % DPPH radical cleaning, FRAP (Fe (III) reduction antioxidant activity), ABTS + radical cleaning capacity, total phenolic substance content and CUPRAC (Copper (II) reducing) antioxidant activity methods. The phenolic content of the methanol extract was also determined by the HPLC device.

As a result, it was determined that all the extracts showed antioxidant activity in the five different methods. However, the methanol extract showed significantly higher antioxidant activity than the others in all tests. In the phenolic measurements with the use of 19 phenolic standards, phenolics of Rutine (20.87 mg/g), Myrecetin (1.48 mg/g), Daidzein (0.35 mg/g) and Resveratrol (0.13 mg /g) were obtained. In conclusion, polar solvents were are more useful in obtaining active substance from *Helichrysum plicatum* DC subsp. *plicatum* plant.

**Anahtar kelimeler:** Antioxidant activity, Helichrysum, HPLC, phenolic

## KOP BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN TARLA BİTKİLERİNİN SU İHTİYAÇLARI VE KISINTILI SULAMAYA GÖSTERDİKLERİ TEPKİLER

**Dr.Erdal GÖNÜLAL<sup>1</sup>, Prof.Dr. Süleyman SOYLU<sup>2</sup>,  
Dr.Öğr.Üyesi Mehmet ŞAHİN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

<sup>3</sup> Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya

### ÖZET

Konya, Karaman, Aksaray, Niğde, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat illerinden oluşan KOP bölgesi geniş tarım arazileri ile önemli bir tarım merkezidir. Geniş tarım arazi varlığı ile önemli bir tarım merkezi olmasına rağmen iklim ve su kaynakları açısından kritik bir bölgedir. Havzanın yıllık total su potansiyeli 18.277 hm<sup>3</sup> olup, yıllık kullanılabilir su miktarı 8.837 hm<sup>3</sup>’ dır. Bu miktarın 5.669 hm<sup>3</sup>’ ünü yerüstü ve 3.168 hm<sup>3</sup>’ ü yeraltı suyu oluşturmaktadır. KOP bölgesi genel olarak kapalı bir havzada bulunan ve kurak bir iklime sahip bir coğrafyadır. Bölge illerinin çoğunda benzer şekilde ortalama yıllık yağış karasal iklim özellikleri gereği 300 mm seviyesinde seyretmektedir. Bu miktarında yaklaşık %30-35 civarı bitkilerin vejetasyon döneminde düşmektedir. Havzada üretilen ve ülke üretiminde önemli paya sahip birçok ürün iklim ve yağış rejimi nedeni ile bu bölgede sulama gerektirmektedir. Bu durum KOP Bölgesi illerinde sulamayı bir zorunluluk haline getirmiştir. Bölgede su kaynaklarının yeterli olmaması ve yeni su kaynaklarına erişimin zor ve maliyetli olması, suyun etkin kullanımını önemli bir konu haline getirmiştir. KOP illerinde yoğun olarak tarla bitkileri yetiştirilmekte olup, bu bitkilerin su ihtiyaçları ve gerektiğinde kısıntılı sulamaya tepkilerinin bilinmesi önemlidir.

İklim değişikliğinin getireceği sonuçlardan en fazla etkilenecek olan bölgelerden biriside KOP bölgesi illeridir. Bu açıdan bakıldığında KOP bölgesi için su ve sulamanın ne kadar hayati bir konu olduğu görülmektedir.

Bu makalede araştırmalar ışığında bölgede yaygın olarak yetiştirilen tarla bitkilerinin su ihtiyaçları ve kısıntılı sulama olanakları incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** KOP, kısıntılı sulama, tarla bitkileri, iklim değişikliği

## WATER NEEDS OF FIELD CROPS CULTIVATED IN KOP REGION AND REACTIONS TO RESTRICTED IRRIGATION

### ABSTRACT

Konya, Karaman, Aksaray, Niğde, Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir and Yozgat provinces of the KOP region with large agricultural lands is an important agricultural center. Although it is an important agricultural center with its wide agricultural land, it is a critical region for climate and water resources. The annual total water potential of the basin is  $18.277 \text{ hm}^3$ , and the annual amount of water available is  $8.837 \text{ hm}^3$ .

$5.669 \text{ hm}^3$  of this amount is above ground and  $3.168 \text{ hm}^3$  is groundwater.

The KOP region is generally located in a closed basin and has a dry climate. Due to the arid climate conditions, annual precipitation is around 300 mm. Approximately 30-35 % of this amount is in the vegetation period of the plants. Many products produced in the basin require irrigation in this region due to climate and rainfall regimes. This situation has made irrigation a necessity in the provinces of the KOP region. The lack of water resources in the region and the fact that access to new water resources is difficult and costly has made the effective use of water an important issue. In the province of KOP, field crops are cultivated intensively and it is important to know the water needs of these plants and, if necessary, their response to restricted irrigation.

One of the regions that will be most affected by the results of climate change is the KOP region. From this point of view, it is seen how vital water and irrigation are for the KOP region.

In this article, the water needs of the field crops commonly grown in the region and the distorted irrigation possibility were investigated in the light of this research.

**Key Words:** KOP, restricted irrigation, field crops, climate change

### 1. GİRİŞ

Aksaray, Karaman, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde ve Yozgat illerinden oluşan KOP bölgesi geniş tarım arazileri ile önemli bir tarım merkezidir. 2011 yılı sonunda kurulan KOP Bölge Kalkınma İdaresi görev alanı, Aksaray, Karaman, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde ve Yozgat illerinin kırsal-kentsel tüm alanlarından oluşan  $95,580 \text{ km}^2$  lik KOP Bölgesi' dir. Bölge Türkiye yüzölçümünün yaklaşık % 12' sine sahiptir. KOP bölgesi, yaklaşık 4,5 milyon hektarı aşan tarım arazisi varlığıyla Türkiye' deki toplam tarım alanlarının %19,1' ini oluşturmaktadır.

KOP bölgesinin ülkemiz tarımsal üretimindeki payı birçok üründe önemli oranlardadır. Ekilebilir alanların fazla olması ve birçok stratejik ürünün yetiştiği bölgede tarımsal üretimin sürdürülebilir olması sadece bölge için değil ülkemiz tarımsal üretimi içinde büyük önem arz etmektedir. Bölgede son 15-20 yılda üretim Üniversite, Araştırma Enstitüleri, Tarım teşkilatları, STK ve özel sektör çalışmalarıyla birlikte tarımsal üretim çeşitlilik ve verim yönünden birçok üründe Türkiye ve Dünya ortalamasının üzerine çıkmıştır. Bunun yanında birçok tarımsal ürünün sanayisi de önemli oranda artmıştır. Tohum üretiminden mamul hale gelinceye kadar birçok ürün entegre bir şekilde bölgede üretilmektedir. Bu hale gelmiş bir sektörün en önemli konularından birisi sulamadır. Bölgede yetiştirilen ürünlerin su ihtiyaçları ve gerektiğinde uygulamak üzere verimi etkilemeden yada en az etkiyle kısıntılı sulamaya uygun fenolojik dönemlerinin bilinmesi işletmecilik açısından önemlidir.

## 2. KOP BÖLGESİ SU KAYNAKLARI VE TARIMSAL DURUM

Geniş tarım arazi varlığı ile önemli bir tarım merkezi olmasına rağmen iklim ve su kaynakları açısından kritik bir bölgedir. Bölgenin sahip olduğu yıllık toplam su potansiyeli 18.277 hm<sup>3</sup> dür. Bölgenin yıllık kullanılabilir su miktarı 8.837 hm<sup>3</sup> olup, bunun 5.669 hm<sup>3</sup>' ünü yerüstü ve 3.168 hm<sup>3</sup> ' ü yeraltı suyundan oluşmaktadır (KOP eylem Planı 2014-2018).

KOP Bölgesi coğrafi konumu itibariyle Türkiye' nin en az yağış alan bölgesidir. Türkiye uzun yıllar yıllık yağış ortalamasının 640 mm civarında olmasına karşın bölge uzun yıllar yıllık yağış ortalaması 364 mm civarındadır. Bu miktar Konya-Karapınar ilçesi civarında 280 mm' nin altına kadar düşmektedir. Bu yağışın önemli kısmı da sulanan bitkilerin bitki yetiştirme dönemi dışında olmaktadır.

Tablo 1. KOP İlleri Su Kaynakları

Su Kaynağı(milyar m <sup>3</sup> )	KONYA	KARAMAN	NİĞDE	AKSARAY	KIRIKKALE	KIRŞEHİR	NEVŞEHİR	YOZGAT	KOP
Yerüstü suyu	1640	146	45	99	180	1604	1366	590	5669
Yeraltı suyu	1539	244	394	258	40	132	200	361	3168
<b>TOPLAM</b>	<b>3179</b>	<b>390</b>	<b>439</b>	<b>357</b>	<b>220</b>	<b>1736</b>	<b>1566</b>	<b>951</b>	<b>8837</b>

(KOP Eylem Planı 2014-2018) , www.dsi.gov.tr

KOP illerinin en büyüğü olan Konya Ovası su kaynakları yönünden zengin olmayan bir bölgedir. Bölgede 1.8 milyar m<sup>3</sup>' lük emniyetli kullanılabilir su potansiyeli bulunmakla birlikte yıllık çekilen su miktarı 2.6 milyar m<sup>3</sup> civarındadır. Her yıl yaklaşık 0.8 milyar m<sup>3</sup> fazladan su çekilmesi bölgedeki su kaynaklarının azalmasına sebep olmaktadır. Dolayısı ile son yıllarda yer altı su seviyelerinde ve bölgedeki göllerin seviyelerinde düşmeler gözlenmektedir (Anonymous, 2007).

KOP bölgesi kapalı bir havzada yer almakta ve kurak bir iklime sahiptir. Ovanın büyük bir kısmında ortalama yıllık yağış 300-360 mm civarında seyretmektedir. Bu yağışında ancak %30-35' i bitki yetiştirme döneminde düşmektedir. Bu nedenle, KOP Bölgesi illerinde sulama vazgeçilemez bir zorunluluktur. Buna karşın havzanın su kaynakları ise oldukça kısıtlıdır. Kısıtlı olan su kaynaklarının tarımda etkin kullanımı şarttır.

İklim değişikliğinin getireceği sonuçlardan en fazla etkilenecek olan bölgelerden biriside KOP bölgesi illeridir. Bu açıdan bakıldığında KOP bölgesi için su ve sulamanın ne kadar hayati bir konu olduğu görülmektedir.

Tablo 2. KOP İllerinde Hakim Olarak Yetiştirilen Tarla Bitkilerinin Durumu

ÜRÜN	KONYA (da)	YOZGAT (da)	KARAMAN (da)	KIRŞEHİR (da)	AKSARAY (da)	NEVŞEHİR (da)	NİĞDE (da)	KIRIKKALE (da)	KOP TOPLAM (da)	TÜRKİYE TOPLAM (da)	KOP/TÜRKİYE (%)
E.Buğday	4.863.382		394.861		772.578		669.831		6.698.652	65.931.140	10,16
M.Buğday	2.330.549		642.830		86.228		23.730		3.083.337	12.737.734	24,2
Arpa	2.739.015		661.002		885.817		272.052		4.557.886	27.835.830	16,37
Mısır (Tane)	548.861		190.941		34.327				774.129	6.881.699	11,25
Fasulye (Kuru)	191.849		128.950		31.650		56.210		408.659	935.840	43,66
Nohut Toplam	198.879		215.507		81.185		55.170		550.741	3.593.042	15,33
Nohut(Sulu)	18.360		13.299		585				32.244	123.832	
Nohut(Kuru )	180.598		202.208		80.600		55.170		518.000	3.469.210	

Seker pancarı	753.788		93.414		144.215		15.310		1.006.727	2.752.721	36,57
Ayçiçeği	486.436		72.877		153.526				712.839	6.853.174	10,4
Mısır (Silajlık)	231.532		48.310		76.385		35.390		391.711	4.105.412	9,54
Yonca	223.626		38.797		160.823		47.930		471.176	6.620.459	7,11
Patates	126.780		9.375		69.425		227.466		433.046	1.538.787	28,14

(TÜİK, 2016)

### 3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KISINTILI SULAMA

Son yıllarda ülke ve dünya gündeminde iklim değişikliği ve su kaynaklarının durumu en ön sıralarda yer almakta olup, küresel ısınmanın çevresel etkisinin dünyanın her yerinde aynı şekilde meydana gelmeyeceği, bazı yerlerde taşkınlar meydana gelirken başka bölgelerde de ciddi kuraklığın yaşanacağı ön görülmektedir (Yürekli ve Anlı, 2008). İklim değişimlerinin en önemli sonuçlarından birisi, belki de en önemlisi su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileridir. Son yıllarda ülkemizde ortalama yağışın azalması yanında, yağış rejimindeki sapma da dikkat edilmesi gereken bir olaydır. Yağış miktarında meydana gelen bu azalışlar ve yağış rejimindeki sapmalar, tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir (Soylu, 2012).

WWF' nin 2006 yılında yayınlanan 'Akdeniz' de Kuraklık' raporunda; küresel iklim değişikliğinin ülkemizde içinde bulunduğu Akdeniz Havzası' nı kuraklıkla vuracağı öngörülmektedir. Tüm Akdeniz Havzası' nda yağışların son 25 yılda % 20 azaldığı görülmektedir. 2050 yılında; Türkiye' nin özellikle kurak - yarı kurak iklim bölgeleri olan Akdeniz, Ege ve Orta Anadolu' da yağışlarda ciddi azalmalar beklenmektedir (Giannakopoulos ve ark., 2005). Avrupa Çevre Ajansı verilerine göre 2030 yılında Avrupa' da kuraklıktan en çok etkilenecek kesim Akdeniz Havzası olacaktır. Türkiye' de Marmara, Ege ve Orta Anadolu Bölgeleri, özellikle Konya Kapalı Havzası ciddi su sıkıntısıyla baş etmek zorunda kalacaktır.

Su, canlılar için vazgeçilemez bir doğal kaynaktır ve eksikliğinde bitkisel üretim önemli ölçüde kısıtlanmaktadır. Türkiye' nin coğrafik konumu, nüfus yapısı ve ekonomik durumunda sulu tarım, daha büyük değer taşımaktadır (Tekinel ve ark., 2000).

Ülkemizin yıllık ortalama toplam 112 milyar m<sup>3</sup> lük kullanılabilir su potansiyelinin % 16' sının içme ve kullanmada, % 12' sinin sanayide ve % 72' sinin ise tarımsal sulamada tüketildiği görülmektedir (Anonymous, 2007. www.dsi.gov.tr).

Sulama, tarımsal üretimi artırmanın önemli yollarından birisidir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgemizde sulamanın önemi daha da artmaktadır. Sulama; bitki gelişmesi için gerekli olan ancak doğal yollarla (yağış, atmosfer nemi, yüzey akışı, yüzeyaltı yatay ve düşey akışlar) karşılanamayan suyun bitki kök bölgesine kontrollü bir şekilde verilmesi olarak tanımlanır. Sulama suyu gereksiniminin hesaplanmasında esas, bitki su tüketiminin belirlenmesidir.

Bitki su gereksinimi, bitkilerin kullandıkları su ve toprak yüzeyinden buharlaşmadan oluşmaktadır. Bitkilerin kullandıkları suyun çok büyük kısmı (%98-99) yapraklardan terleme yoluyla buharlaşır, buna "transpirasyon" denir. Toprak yüzeyinden buharlaşmaya ise "evaporasyon" denilmektedir. Bu iki kayıp "evapotranspirasyon" terimiyle ifade edilmiştir.

Kısıntılı sulama, su kullanım randımanının yükseltilmesinin bir yoludur. Kısıntılı sulama yapılacak bitki, gelişme periyodunun herhangi bir döneminde veya sezon boyunca belirli oranlarda su stresine maruz bırakılmakta ve verimde önemli bir düşüş olmaksızın sulama suyundan tasarruf edilmesi hedeflenmektedir.

Kırda (2002) kısıntılı sulama uygulamasının tam sulama uygulamasına göre farklı olduğunu, kısıntılı sulamanın ana amacının, verim üzerinde en az etkiye sahip sulamanın yapılmayarak su kullanım randımanını yükseltmek olduğunu, kısıntılı sulama ile oluşan verim kaybının, hastalık ve zararlılardan kaynaklanan ve hasat sırasında oluşan kayıplardan daha az olduğunu

ve düzgün bir şekilde uygulanan kısıntılı sulamanın ürün kalitesini (şeker pancarında şeker oranı, pamukta lif uzunluğu ve dayanıklılığı vb.) arttırabileceğini bildirmiştir. Su kaynaklarının hızla azalması araştırmacıları, son yıllarda bitkinin farklı gelişim aşamalarında suya duyarlılık ve su - üretim fonksiyonları gibi konular üzerindeki çalışmaya itmiştir. Özellikle suyun kısıtlı olduğu yerlerde ve dönemlerde, bitkinin su stresinden en fazla etkilendiği dönemlerin bilinmesi sulama işletmeciliği açısından son derece önemlidir. Böyle durumlarda mevcut suyun kritik büyüme aşamalarında uygulanması ile birim suya karşılık en yüksek üretim elde edilmektedir (Sezen,2000).

#### **4. KOP BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN ÜRÜNLERİN SU TÜKETİMLERİ VE KISINTILI SULAMAYA GÖSTERDİKLERİ TEPKİLER**

##### **4.1. Buğday**

Türkiye Buğday üretiminin %14'üne yakınına karşılaman KOP illerinde buğday ekili alanların %40' ı sulu olarak yetiştirilmektedir. Alanda su kaynaklarının yeterli olmaması ve iklimsel özelliklerden dolayı ile artış buğday sulamasında rantabl bir sulama işletmeciliğini önemli bir konu haline getirmektedir.

İç Anadolu bölgesinde (Ankara, Konya, Aksaray) sonuçlandırılan çalışmalarda buğdayın su tüketiminin 511- 690 mm sulama suyu miktarının ise 286-390 mm arasında olduğu görülmektedir (Arın A.1989; Çetin,Ö., 1989; Ertaş, M. R. 1980; Tarı ve ark.,2014).

Ülkemizde ve dünyada yürütülen çalışmalarının çoğunda buğday sulama zamanlarının ekimden sonra, sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemleri olduğu ve su eksikliğine en hassas dönemin sapa kalkma dönemi olduğu bunu başak çıkarma döneminin takip ettiği, yapılacak kısıntıların bu dönemler haricindeki dönemlerde yapılmasının daha uygun olacağı görülmüştür.

##### **4.2. Şeker pancarı**

Ş.Pancar ile yürütülen çalışmalarda su tüketiminin (ET) 827-1240 mm, sulama suyu miktarının ise 660-1000 mm arasında olduğu görülmüştür. Kök sisteminin morfolojik ve fizyolojik karakteristiğinden dolayı şeker pancarı toprak nem açığına en toleranslı bitkilerden biridir (Doorenbos ve Kassam, 1979). Şeker pancarı ayrıca hem tüm yetiştirme sezonu boyunca hem de belirli yetiştirme devrelerinde yapılacak kısıntılı sulamaya oldukça uygun bir bitkidir. Şeker pancarının çeşitli yetiştirme aşamalarında yapılacak olan su kısıntısı, en düşük verim kaybı oluşturacak sulama seçeneklerinin elde edilmesine yardımcı olacaktır (Kırda, 2002). Dolayısı ile şeker pancarı, verimde önemli kayıplar olmadan sulama suyu miktarında kısıntı yapılabilecek bitkilerden biridir.

Şekerpancar ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde şeker pancarının kısıntılı sulamaya uygun bir bitki olduğu en hassas dönemin vejetatif dönem en dayanıklı döneminde kök şişirme dönemi olduğu görülmektedir.

Brown ve ark. (1987) bitki yetiştirmesinin tamamen suya bağlı olduğu daha kurak ve yarı – kurak bölgelerde şeker pancarının çimlenme – çıkış döneminde su stresine karşı hassas olduğunu bildirmiştir.

Groves ve Bailey (1994) şeker pancarında kuraklık stresine en hassas dönemin kök şişirme dönemi olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar hem vejetatif gelişme hem de olgunlaşma periyodunun su kısıntısına karşı daha az hassas olduğunu, özellikle olgunlaşma periyodundaki su kısıntısının verimde önemli bir kayıp oluşturmadığını ileri sürmüşlerdir.

Süheri (2007) Konya' da yürüttüğü çalışmasında şeker pancarının su kısıntısına en hassas döneminin vejetatif gelişme dönemi, su kısıntısına hassasiyetin en düşük olduğu dönemin ise

kök şişirme dönemi olduğu belirlenmiştir. 2 yıllık çalışmada tam su konularına 912 mm - 1123 mm sulama suyu verilmiştir.

#### 4.3. Ayçiçeği

Ayçiçeği kuru şartlarda da verim verebilmesine rağmen su ihtiyacı sanıldığı kadar düşük değildir. Yapılan çalışmalarda bölgeler göre değişmekle birlikte su tüketiminin (ET) 674-815 mm sulama suyu miktarının ise 450-640 mm olduğu görülmüştür.

Karaata (1991) Kırklareli koşullarında yaptığı çalışmada kısıtlı sulama yapılması durumunda, kısıtın tabla oluşumu ve süt olumu dönemlerindeki sulamalara eşit olarak paylaşılması ve çiçeklenme döneminde kısıt uygulanmaması gerektiği ortaya koymuştur

Doorenbos ve Kassam (1979) ayçiçeği bitkisinin suyun %20' sinin vejetatif gelişmede, %55' nin çiçeklenme periyodunda, geriye kalan 25' in ise dane oluşumu ile olgunlaşma döneminde tüketildiğini belirtmişlerdir.

Stegman ve Lemert (1981) kısıta en hassas dönemin tabla oluşumu ile çiçeklenme arası, en az hassas dönemin ise ekim ile tabla oluşumu arasındaki dönemin olduğunu bildirmiştir.

#### 4.4. Mısır

1.200.000 dekara yaklaşan tane ve silajlık mısır ekim alanıyla ülkemizin mısır ekim alanlarının %11' ini oluşturan bu ürün KOP bölgesinde tamamen sulu şartlarda yetiştirilmektedir. Bölgemiz için mısırla ilgili birçok çalışma yapılmış ve 650-750 mm arasında bir sulama suyuna ihtiyaç duyduğu görülmüştür.

Mısır bitkisi, gelişim dönemlerinde topraktaki su açığına karşı farklı tepkiler gösterir. Su stresine duyarlı gelişme dönemleri vejetatif, çiçeklenme + döllenme ve dane bağlama olmak üzere genellikle üç bölümde incelenmektedir. Bu konuda çok sayıda araştırma sonuçlarına göre, topraktaki su açığına karşı en duyarlı dönemin çiçeklenme+döllenme dönemleri olduğu belirtilmektedir (Hanks ve ark., 1978; Musick ve Dusek., 1980; Ul, 1990; Öğretir, 1993).

Gönülal ve Soylu (2013) Konya şartlarında 2011-2012 yılları arasında Sakarya hibrit mısır çeşidinin farklı fenolojik dönemlerdeki kısıtlı sulamaya gösterdikleri tepkileri belirlemek için çalışmada, mısır yetiştiriciliğinde fenolojik döneme göre sulamanın etkisinin değiştiğini ve tane mısırdaki vejetatif dönemde yapılan su kısıntılarının tepe püskülü, tozlaşma ve süt olumu döneminde yapılan kısıntılara göre verimde daha az düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, mısırdaki su kaynağının kısıtlı olması hatta iddialı bir ifadeyle yeterli olması durumunda dahi; bitkilerin su verim ilişkileri dikkate alınarak bitkinin suya hassas olmadığı dönemlerde sulama yapılmaması veya daha az su verilmesi yoluyla kısıtlı sulama yapılması, bu şekilde mevcut suyla daha fazla alana ve sosyal kesime hizmet götürerek daha fazla gelir sağlamak olasıdır (Akıncı, 2004).

#### 4.5. Patates

Türkiye' nin genelinde olduğu gibi KOP bölgesi illerinde de patates tarımı sulanarak yapılmaktadır. Patates ekim alanı KOP sahasında her geçen yıl artmakta olup, 2015 yılında patates ekim alanı 433.046 dekar alanla Türkiye' nin patates üretim alanlarının %28,14' ünü oluşturmaktadır. Patateste kısıtlı düzeyde uygulanan su miktarının, bitkinin yumru gelişimi ve yumru oluşumu dönemlerinde en yüksek, olgunlaşma döneminde ise en az verim ve kalite kayıplarına yol açtığı sonucuna varılmıştır (Ayas , 2007).

Araştırmacılar erken gelişme, çiçeklenme ve yumru oluşumu dönemlerinde kısıtlı sulama yapılmamasını ve ancak olgunlaşma döneminde kısıtlı sulama yapılmasını önermektedirler ( Iqbal ve ark., 1999).



Yavuz (2011), Konya ovasında yürüttüğü çalışmada patates bitkisinin yetiştirme dönemleri içinde gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimini yağmurlama sulama ile ortalama 670 mm olarak bulmuştur.

Dönemsel olarak yapılan kısıtlamalara bakıldığında araştırmacıların önemli kısmı erken gelişme, çiçeklenme ve yumru oluşumu dönemlerinde kısıntılı sulama yapılmamasını ve ancak olgunlaşma döneminde kısıntılı sulama yapılmasını önermektedirler.

#### 4.6. K.Fasulye

400.000 dekara yaklaşan ekim alanıyla ülkemizin K.fasulye ekim alanlarının % 43,6' sını oluşturan bu ürün KOP bölgesinde tamamen sulu şartlarda yetiştirilmektedir.

Halterlein (1983)'e göre kısa süreli kuraklık bile fasulyede hem tane verimini hem de kaliteyi olumsuz şekilde azaltmaktadır. Aynı şekilde Singh (1979) su stresinin çiçeklenme ve tane doldurma döneminde gerçekleşmesi durumunda hem verim hem de tane ağırlığının azaldığını ve ayrıca olgunlaşmanın hızlandığını bildirmektedir.

Miller ve Burke (1983)' e göre kuru fasulye verimini en çok düşüren su stresi, çiçeklenme döneminde uygulanan su stresi olup, bundan kaçınılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Smesrud ve ark. (1997) toprak neminin fasulyenin bütün gelişme dönemlerinde etkili olduğunu, özellikle çiçeklenme ve meyve bağlama dönemlerinde su stresine çok hassas olduğunu belirtmişlerdir.

Fasulyenin 90-100 günlük vejetasyon dönemindeki net su tüketimi toprak, iklim ve çeşide göre değişmekle birlikte 350 ile 500 mm arasındadır (Allen ve ark., 2000).

#### 4.7. Yonca

Omay (1973) Aşağı Gediz ovasında yaptığı bir çalışmada Nisan - Ekim ayı arasındaki 215 günlük bir yetiştirme aralığında toplam su tüketimini 954 mm, sulama suyu ihtiyacını da 740 mm olarak bulmuştur.

Madanoğlu ( 1977) Orta Anadolu şartlarında yaptığı çalışmada sulama suyu ihtiyacını 940 mm olarak bulmuş , en çok su tüketiminin Temmuz ayında (288 mm) en az su tüketimini de Mart ayında (45 mm) saptamıştır.

Beyce ve ark. (1972) Konya şartlarında lizimetre ile yürüttüğü bir çalışmada su tüketimini 1079 mm olarak bulmuş en fazla su tüketiminin 322 mm ile Ağustos ayında olduğunu bildirmiştir.

#### 4.8. Nohut

Ülkemiz nohut ekim alanlarının %15' ini karşılayan bölgede önemli kısmı sulanmadan yetiştirilmesine rağmen sulu olarak yetiştirilmektedir.

Dünyada ve ülkemizde yürütülen kısıtlı sulama çalışmalarında nohutun çiçeklenme sonu ile bakla oluşumu döneminde toprak nemine çok duyarlı olduğunu sulamanın ekim zamanı + çiçeklenme dönemi + bakla bağlama döneminde yapılması gerektiği, ancak sulama suyunun kısıtlı olduğu yörelerde iki kez sulama (ekim zamanı + çiçeklenme dönemi) yapılmasının uygun olacağı belirtilmiştir. Su tüketiminin de bölgelere göre değişmekle birlikte 320-468 mm arasında olduğu bildirilmiştir.

Kayan (2012) dört farklı nohut çeşidinin (Gökçe, Akçin, Işık, Yaşa) verim öğelerine ait en yüksek değerler ve en yüksek tane verimi ekim zamanı + çiçeklenme dönemi + bakla bağlama döneminde sulanan parsellerden elde edilmiştir. Ancak sulama suyunun kısıtlı olduğu yörelerde iki kez sulama (ekim zamanı + çiçeklenme dönemi) yapılması önerilebilir. Çalışmada Gökçe ve Akçin çeşitlerinin sulamaya daha iyi tepki verdikleri saptanmıştır.

## 5.SONUÇ

Tablo 3.KOP İlleri İçin Yaygın Yetiştirilen Ürünlerin Su İhtiyaçları Ve Suya Hassas Olduğu Dönemler

Ürün	Sulama Suyu(mm)	Su Tüketimi(mm)	Su kısıtına uygun olduğu dönemler
Mısır	586-752	652-870	Vejetasyon ve süt olum dönemi
Ş.Pancar	666-1000	827-1240	Kök şişirme dönemi
Patates	479-618	639-690	Olgunlaşma dönemi
Ayçiçeği	450-640	674-815	Ekim-tabla oluşumu ve olum dönemi
K.Fasulye	313-350	517-550	çiçeklenme ve meyve bağlama dönemi harici dönemler
Yonca	645-940	954-1288	645-940
Buğday	238-391	398-721	Sapa kalkma ve başak çıkarma harici dönemler
Nohut	180-213	320-468	çiçeklenme ve meyve bağlama dönemi harici dönemler

## 6.Kaynaklar

Allen R.G., Yonts C.D., Wright J.L. 2000. Irrigation to maximize bean production and water use efficiency. In: Singh SP (Ed), Bean Research, Production, and Utilization. Proc Idaho Bean Workshop. University of Idaho, Moscow, pp 71–92

Akıncı, M., 2004, Kısıtlı Sulama, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Kırklareli.

Anonymous, 2007. [www.dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr)

Aran,A., Kıvanç, F., 1989: Konya ve Aksaray Ovası Koşullarında Buğday ve Arpanın Azot –Su İlişkileri ve Su Tüketimi. Köy Hizm. Araş.Ens.Genel Yayın No: 131, Rapor Serisi No:105, Konya.

Ayas, S. ve Korukçu, A., 2010, Water-yield relationships in deficit irrigated potato, *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 24(2), 23-36.

Beyce, Ö. Madanoğlu, K., Ayla, Ç. 1972. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Sulanır Mahsullerin Su İstiklakleri. Ankara Merkez TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 15, Teknik Yayın No:12, Ankara.

Brown, K. F., Messer, A. B., Dunham, R. J. ve Biscoe, P.V. 1987. Effect of Drought On Growth and Water Use of Sugar Beet. *Journal of Agricultural Sciences (Cambridge)*, 109 (3):437-444.

Çetin,Ö., 1989: Harran Ovası Koşullarında Farklı Su ve Azot Uygulamalarının Buğday Verimine Etkisi ve Su Tüketimi. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Araş. Ens. Genel Yayın No: 80, Rapor Serisi No:54 Şanlıurfa

Doorenbos, J., Kassam, A.H., 1979, Yield response to water. *United Nations FAO*, Pub. 33, Rome, (193) S.

Ertaş, M. R. 1980. Konya Ovasında Buğdayın ve Şekerpancarının Lizimetrede Saptanan Su Tüketimleri. TOPRAKSU Genel Md. Konya Bölge TOPRAKSU Araştırma Ens. Md. Yayınları, 71/57, Konya

Halterlein, A.J., 1983. Bean. In: Teare, I.D. and Peet, M.M. (eds). *Crop-Water Relations*. John Wiley, New York

Hanks, R.J., Ashcroft, G.L., Rasmussen, V.P. and Wilson, G. D., 1978, Corn production as influenced by irrigation and salinity- *Utah Studies Irri. Sci.* 1:47–59.

Iqbal, M.M., S.M. Shah, W. Mohammad and H. Nawaz. 1999. Field of Potato Subjected to Water Stres at Different Growth Stages. In: Kirda, C., Moutonnet, P.,Hera,C., Nielsen, D.R.(Eds.) *Crop Yield Response to Deficit Irrigation*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp.213-223.

Giannakopoulos, C., Bindi, M., Moriondo, M. and Tin, T., 2005. Climate Change Impacts in the Mediterranean Resulting form A 2 °C Global Temperature Rise. A Report for WWF, July 2005.

Gönülal, E. Ve Soylu, S. 2013. Dane Mısırdaki Farklı Fenolojik Dönemlerdeki Kısıtlı Su Uygulamalarının Verim Ve Verim Öğeleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi-Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

- Groves, S. J. ve Bailey, R. J. 1994. Strategies for The Sub-Optimal Irrigation for Sugar Beet. Aspects Appl. Biol., 201–207.
- Karaata, H., 1991. Kırklareli Koşullarında Ayçiçeği Bitkisinin Su-Üretim Fonksiyonları. (Doktora Tezi), T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Köy Hizmetleri ATATÜRK Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 28/24, s 92, Kırklareli
- Kayan, N. 2012 .Farklı Gelişme Dönemlerinde Uygulanan Sulamanın Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Ögelerine Etkisi yyü tar bil derg (yyu j agr scı) 2012, 22 (1):40-47
- Kırda, C. 2002 Deficit Irrigation Scheduling Based on Plant Growth Stages Showing Water Stres Tolerance, Deficit Irrigation Practices. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 3 – 10.
- Madanoğlu, K., 1977. Orta Anadolu Koşullarında Buğday (Yektay 406) Su Tüketimi. Merkez Topraksu Araşt. Enst. Yay., 52(19), Ankara, 67p
- Miller, D.E., Burke, D.W. 1983. Response of dry beans to daily deficit sprinkler irrigation. Agronomy Journal 75: 775-778.
- Musick, J. T., Dusek, D.A. 1980. Irrigation Corn Yield Response to Water, Transactions of the ASAE, 23 (1), 92-98.
- Singh, G. And Bhushan, L.S., 1979. The Chickpea C.A.B. International Icarda. P:225 (Eds. M.C.Saxena And K.B. Singh) Aleppo, Syria.
- Öğretir, K. 1993. Eskişehir Koşullarında Mısırın Su-Verim İlişkileri. K. H. Eskişehir Araştırma Enstitüsü Yayın No: 234, Seri No: R-182.
- Sezen, M. 2000. Çukurova ve Harran Ovası Koşullarında Buğdayda Azot-Su-Verim İlişkilerinin Belirlenmesi ve Ceres-Wheat V.3 Modelinin Test Edilmesi (Doktora Tezi). Çukurova Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Adana.
- Smesrud, J., Mansour, B., Hess, M., Sekler, J. 1997. Oregon State University Western Oregon Gren Bean Irrigation Guide. Depatment of Bio-resource Engineering, 116 Gilmore Hall, Corvallis, pp:737-6304 (OR 97331-3906)
- Soylu, S., Sade, B.2012 İklim Değişikliğinin Tarımsal Ürünlere Etkisi Üzerine Bir Araştırma Projesi Mevlana Kalkınma Ajansı projesi Proje No; TR51/12/TD/01/020
- Stegman, E.C. and Lemert, G.W., 1981. Sunflower Yields vs. Water Deficit in Major Growth Periods. Transactions of the ASAE, 24:6, 1533-1538
- Süheri, S.2007. Farklı Gelişme Safhalarında Uygulanan Farklı Sulama seviyelerinin Şeker pancarı Verimi Üzerine Etkileri. Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Konya.
- Tarı, A., Özbahçe, A., Okur, O., Aydoğan, S. 2014 Orta Anadolu'da Buğdayın Su-Verim İlişkileri ( Toprak Su ve Çölleşme ile Müc. Araştırma Enstitüsü Proje Sonuç Raporu)
- Tekinel, O., Kanber, R., Çetin, M., 2000. Su Kaynaklarının Geliştirme ve Kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisleri V. Teknik Kongresi Bildirileri, Cilt 1, 231-259, Ankara.
- Ul, M. A. 1990. Menemen Ovası Koşullarında II. Ürün Olarak Yetiştirilen Mısır Bitkisinin Değişik Gelişim Aşamalarında Uygulanan Sulamaların Verime Etkisi Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi). Ege Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Anabilim Dalı, İzmir.
- Yavuz, D. ,2011. Patates tarımında farklı sulama yöntemlerinin su kullanımı, verim ve enerji tüketimi yönünden karşılaştırılması .Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Ens.Doktora tezi Konya
- Yürekli, K., Anlı, A.S. 2008. “Standartlaştırılmış yağış indeksi ile Karaman ili kuraklığının analizi” Konya kapalı havzası yer altı suyu ve kuraklık konferansı bildiri kitabı. S: 246.

## FUNGAL FERMANTASYON İLE SOYA FASULYESİ KÜSPESİNE FONKSİYONEL ÖZELLİKLER KAZANDIRMA

Prof. Dr. Sulhattin YAŞAR ve Arş. Gör. Ramazan TOSUN

Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

### ÖZET

Bu çalışmada, soya fasulyesi küspesi (SFK) *Trichoderma reesei* Simmons, anamorph (ATCC® 26921™) ile optimum koşullarda modern bir biyoreaktör ile fermente edilerek SFK'nın besin madde ve organik asit içeriğinin zenginleştirilmesi, antibesinsel faktörleri yok etmek veya en aza indirmek amaçlanmıştır. SFK herhangi bir mikroorganizma kullanılmadan ve *Trichoderma reesei* kullanılarak 120 saatlik fermantasyona bırakılmış ve her 24 saatte bir steril koşullar altında örnekler alınarak kimyasal analizler yapılmıştır. Kimyasal analiz sonucu elde edilen veriler General Linear Model kullanılarak varyans analizine (2 yem x 6 inkübasyon zamanı x 3 örnek) tabi tutulmuştur. Fungal mikroorganizma kullanarak yürütülen SFK fermantasyonundaham selüloz içeriğinde %6 oranında azalırken, ADF, NDF, nişasta ve toplam redükte şeker içeriği sırasıyla %200, %50, %57 ve %51 oranında artış elde edilmiştir. Organik asit içeriği ise fermantasyon süresi boyunca artarak asetik asitte %324, laktik asitte %300 ve toplam organik asitte ise %304 oranına ulaşmıştır. Diğer taraftan SFK *Trichoderma reesei* ile fermantasyonunda antibesinsel faktörlerden tanin ve tripsin içeriğinde de azalmıştır. Fermantasyon sonucunda elde edilen sonuçlara bakılarak SFK biyolojik olarak değişime uğradığı ve özellikle organik asitler açısından zengin bir yem/yem katkı maddesi elde edildiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yem katkı, Soya fasulyesi küspesi, Fermantasyon, Organik asit ve *Trichoderma reesei*

### ABSTRACT

In this study, soybean meal *Trichoderma reesei* Simmons, anamorph (ATCC® 26921™) fermented with a modern bioreactor in optimum conditions to enrichment the nutrient and organic acid content, to eliminate or minimize the antinutritional factors of soybean meal. Soybean meal was subjected to 120 hours of fermentation no microorganisms and by using *Trichoderma reesei* and samples were taken under sterile conditions every 24 hours and chemical analyzes were performed. The data obtained from chemical analysis were subjected to the analysis of variance (2 feed x 6 incubation times x 3 samples) using the General Linear Model. In the soybean meal fermentation carried out using fungal microorganism, crude fiber content decreased by 6%, while ADF, NDF, starch and total reduced sugar content increased by 200%, 50%, 57% and 51%, respectively. Organic acid content increased by 324% in acetic acid, 300% in lactic acid and 304% in total organic acid during the fermentation period. On the other hand, the effect of fermentation on tannin and trypsin content of soybean meal were decreased. According to the results obtained from fermentation, it can be said that soybean meal is biologically transformed and especially rich in organic acids a feed / feed additive is obtained.

**Keywords:** Feed additive, soybean meal, fermentation, organic acid and *Trichoderma reesei*

### 1. GİRİŞ

Hayvan beslemede özellikle de kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılan protein kaynağı sınırlıdır. Bu yüzden mevcut protein kaynaklarından en iyi şekilde faydalanılması gerektiğini göstermektedir. Soya fasulyesi küspesi (SFK) bitkisel kökenli olup hayvan beslemede en

önemli protein kaynağıdır. Ancak SFK'nin rasyonda kullanımını sınırlayan antibesinsel faktörler (ABF) ve içeriğindeki fosforun fitat formunda olmasından dolayı tek mideli hayvanlar SFK besin maddelerinden fazlaca yararlanamamaktadır (Balloun, 1980; Liener, 1980). Mikroorganizmalarla SFK katı faz fermantasyona (KFF) uğratarak yapılan çalışmalarda, besin madde kalitesini artırma, protein sindirilebilirliğini ve kalitesini iyileştirme ve bünyesindeki ABF'lerin azaltmaya yönelik önemli sonuçlar elde edilmiş ve bu gibi fermente ürünlerle beslenen hayvanların performanslarının pozitif yönde etkilendiği saptanmıştır (Hil vd., 2009; Yaşar ve Gök, 2014; Roh vd., 2015; Chi ve Cho, 2016; Yaşar vd., 2017; Yaşar ve Yegen, 2017; Yaşar ve Tosun, 2019). SFK *Bacillus subtilis* BS12 ile fermantasyonu sonucunda ABF içeriği azaldığı ve fermente SFK ile beslenen domuzların performansında iyileşmeler olduğu belirtilmiştir (Feng vd., 2007a). Kauçuk ağacının yaprakları ve tohumunun *Trichoderma spiralis* ile fermantasyonu sonucunda elde edilen fermente ürünün ördek rasyonlarında protein kaynağı olarak %80 oranında kullanılacağı bildirilmiştir (Syahrudin vd., 2017).

SFK'nin mikrobiyal fermantasyonu sonucunda besin madde içeriğinde iyileşme olurken ABF'lerin azaldığı belirtilmiştir (Feng vd., 2007b). Karakurt vd. (2019) tam yağlı soya fasulyesinin *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ile 72 saatlik fermantasyonu sonucunda ham kül, toplam organik asit ve antioksidan kapasitesinde ciddi bir artış elde ettiğini, ADF, NDF ve antibesinsel faktör içeriklerinde önemli derecede azaldığını ve soya fasulyesinin fonksiyonel bir yem olarak kullanılabilirliğini belirtmiştir. Ancak, Yaşar ve Tosun (2019) *Bacillus subtilis* ATCC PTA-6737 ile SFK'yı fermente ettiklerinde, besin madde bileşimi değişmez iken organik asit ve serbest amino nitrojen miktarında ciddi artışlar ve fitik asit miktarında da azalışlar tespit etmişlerdir. Bunun yanı sıra SFK'de tripsin miktarının da *Bacillus subtilis* fermantasyonu ile azaldığı, toplam fenol ve flavanoid içeriğinin arttığı bildirilmiştir (Dai vd., 2017). SFK *Bacillus subtilis* ve *Aspergillus oryzae* ile fermente edildiğinde protein ve antioksidant kapasitesi artarken tripsin inhibitörü azalmıştır ve sonuçlar SFK'nın *Bacillus subtilis* fermantasyonunun *Aspergillus oryzae* ile yapılan fermantasyonundan daha etkin olduğu saptanmıştır (Teng vd., 2012). SFK'nın *Bacillus amyloliquefaciens*, *Lactobacillus spp.* ve *Saccharomyces cerevisiae* ile fermantasyonu sonucunda besin madde içeriğinin zenginleşmesi ve ABF içeriğinde azalmalar dikkate alındığında en iyi sonuç SFK'nın *Bacillus amyloliquefaciens* ile fermantasyonunda elde edildiği bildirilmiştir (Chi ve Cho, 2016). SFK'nın üç farklı fungal *Trichoderma harzianam* F-555, *Trichoderma viride* F-516 ve *Trichoderma reesei* F-417 ile fermantasyonu sonucunda antioksidant ve fenolik bileşiklerin arttığı ve en fazla artışın *Trichoderma harzianam* F-555 ile elde edildiği bildirilmiştir (Ramadan vd., 2014).

*A. oryzae* ile KFF'ye tabi tutulan SFK'nın proteaz enzimi üretimi için ideal bir substrat olduğu tespit edilmiştir (Thakur vd., 2015). SFK ve çeşitli endüstriyel yan ürünlerden ksilanaz enzim üretimi için ideal mikroorganizmanın *Trichoderma viride-IR05* olduğu bildirilmiştir (Irfan vd., 2014). KFF ile selülaz, ksilanaz ve pektinaz enzim üretimi için ideal fungal mikroorganizmanın *Trichoderma spp.* ve *Aspergillus spp.* olduğu belirtilmiştir (Pandey vd., 1999).

SFK'nın çeşitli mikroorganizmalarla fermente edildiğinde besin madde içeriğinde artma (Joseph vd., 2008; Seo ve Chu, 2016), ABF içeriğinde azalma (Teng vd., 2012; Dai vd., 2017) ve enzim aktivitelerinde artış (Akpan vd., 1999; Yoon vd., 2014; Grujic vd., 2015) olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, modern bir biyoreaktör kullanılarak fermantasyon için ideal pH, karıştırma hızı ve nem içeriği koşullarında (optimize edilmiş) soya fasulyesi küspesinin

*Trichoderma reesei* Simmons, anamorph (ATCC® 26921™) ile 120 saat fermantasyona uğratmak ve fermantasyon sonucunda soya fasulyesi küpsesinin besin madde, organik asit içeriği ve antibesinsel faktörlerdeki değişimi tespit etmektir.

## MATERYAL VE METOT

Havada kuru formda (%90 KM) olan SFK fermantasyon öncesi partiküller arasında uygun hava dolaşımı için 3 mm elekten geçirilerek öğütülmüştür. Öğütülen SFK 120 °C 15 dk otoklavlanarak sterilizasyonu sağlanmıştır. DSM'den temin edilen *Trichoderma reesei* Simmons, anamorph (ATCC® 26921™) mikroorganizması DSM'nin önerdiği koşullarda çoğaltılarak fermantasyonda kullanılmak üzere depolanmıştır. Çalışma kapasitesi 2,5-3 litre LabforEtOH 5 (Infors Ltd., İsviçre) olan biyoreaktör, toplam hacim 2,5 L'yi geçmeyecek şekilde mikrobiyolojik kabin içinde katı ve sıvı ile doldurularak fermantasyon için istenilen koşullar sağlanıp katı faz fermantasyon başlatılmıştır (Tablo 1). Fermantasyon süresi boyunca biyoreaktör peristaltik pompaları sayesinde pH istenilen seviyede tutulmuştur. Fermantasyonda pH'yı ideal seviyede tutmak için asit ve baz tamponu olarak ise 0.1 M sodyum asetat (pH=1.5) ve 0.1 M sodyum bikarbonat (pH=9.75) kullanılmıştır. Aynı koşullar altında mikroorganizma kullanılmadan da SFK fermente edilmiştir.

**Tablo 1.** Fermantasyon deneme deseni

Deneme	<i>T.reesei</i> (spor/gr)	pH	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Hava Girişi (L/dk)	Karıştırma Hızı (rpm)	Örnekleme Aralığı (saat)
Deneme 1	1x10 <sup>7</sup>	5,74	65	27	0,2	10	0, 24, 48, 72, 96 ve 120
Deneme 2	0						

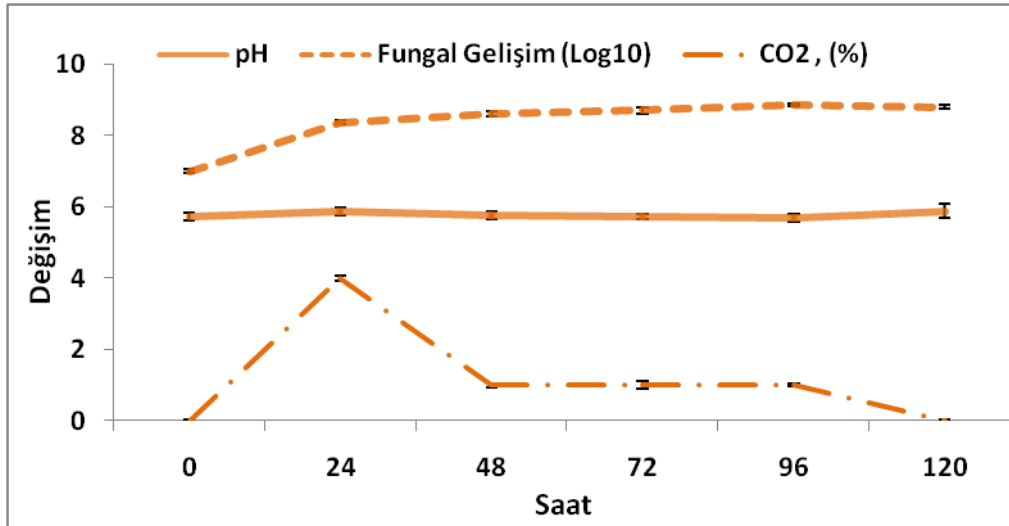
Biyoreaktör sisteminden çıkan hava yine filtrelerden geçtikten sonra portatif gaz ölçüm cihazı ile CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>S gazı ölçümlerine tabi tutulmuştur. Fermantasyon süreleri sonunda steril olarak alınan yaş örneklerde mikrobiyolojik analizler TS EN ISO 21527-1/2:2008, tarafından bildirilen koloni oluşturma birimi (kob.) metoduna göre yapılmıştır. Fermente ürünlerde organik asit (asetik, bütirik ve laktik asit) tayinleri Karabulut ve Canbolat (2005), tarafından bildirilen titrimetrik yöntem ile yapılmıştır. Fermantasyon sonucu yaş örnekler etüvde (30-40 °C'de) kurutulduktan sonra kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham selüloz (HS), ADF, NDF, ham yağ (HY), nişasta ve toplam redükte şeker (TR şeker) AOAC (1990), tarafından bildirilen ve Karabulut ve Canbolat, (2005)'de ayrıntılı bir şekilde anlatılan metot protokollerine göre tespit edilmiştir. Metabolik enerji ise hesap yolu tespit edilmiştir. Metabolik enerji (ME) değerlerinin hesabında Janssen (1989), tarafından formülden yararlanılmıştır. Tanin analizleri Chemesova ve Chizhikov (2004), tripsin inhibitörü TS EN ISO 14902:2001 ve üreaz aktivitesi ise TS EN ISO 5506:1988 tarafından bildirilen metoda göre tespit edilmiştir.

Fermantasyon sonucu elde edilen örneklerde kimyasal analizler yapılmış ve kimyasal analiz sonucu elde edilen veriler General Linear Model kullanılarak varyans analizine (2 yem x 6 inkübasyon zamanı x 3 örnek) tabi tutulmuştur. Analiz sonucunun önemli bulunması durumunda grup ortalamaları arasındaki farklılıklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

*Trichoderma reesei* Simmons, anamorph (ATCC® 26921™) ile SFK'nin fermantasyon süresi boyunca pH ve sıcaklık değerleri istenilen aralıklarda tutularak önemli bir değişim olmamış, uygun karıştırma ve hava hızı sağlanarak başarılı bir fermantasyon çalışması yürütülmüştür. SFK'nin *Trichoderma reesei* ile fermantasyonunda fungal gelişim fermantasyon süresi boyunca devam etmiş ancak en fazla fungal gelişim fermantasyonun ilk 24 saatinde 1 Log'luk

önemli ( $P<0.05$ ) artış olmuştur. Fermantasyonda  $CO_2$  çıkışı da fungal gelişime paralel olarak en fazla fermantasyonun ilk 24 saatinde %4 düzeyine ulaşmış ve bu değer fermantasyonun ilerleyen saatlerinde azalmış ve fermantasyonun 120. saatinde  $CO_2$  çıkışı olmamıştır (Şekil 1). Fermantasyonda  $CO_2$  dışında herhangi bir gaz çıkışı olmamıştır. Fungal mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyon denemesinde ise herhangi bir mikroorganizma gelişimi ve gaz çıkışı saptanmamıştır.



Şekil 1. Fermantasyonda pH, CO<sub>2</sub> ve fungal gelişimde gözlenen değişim

SFK'nin fungal mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyon çalışmasında besin madde içeriklerinde rakamsal bir değişim söz konusu iken bu değişim istatistiksel olarak önemli ( $P>0.05$ ) değildir (Tablo 2). Ancak *Trichoderma reesei* fungal mikroorganizması kullanılarak yürütülen çalışmada ise besin madde içeriği fermantasyondan önemli derecede etkilenmiş ve bu değişimler istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).

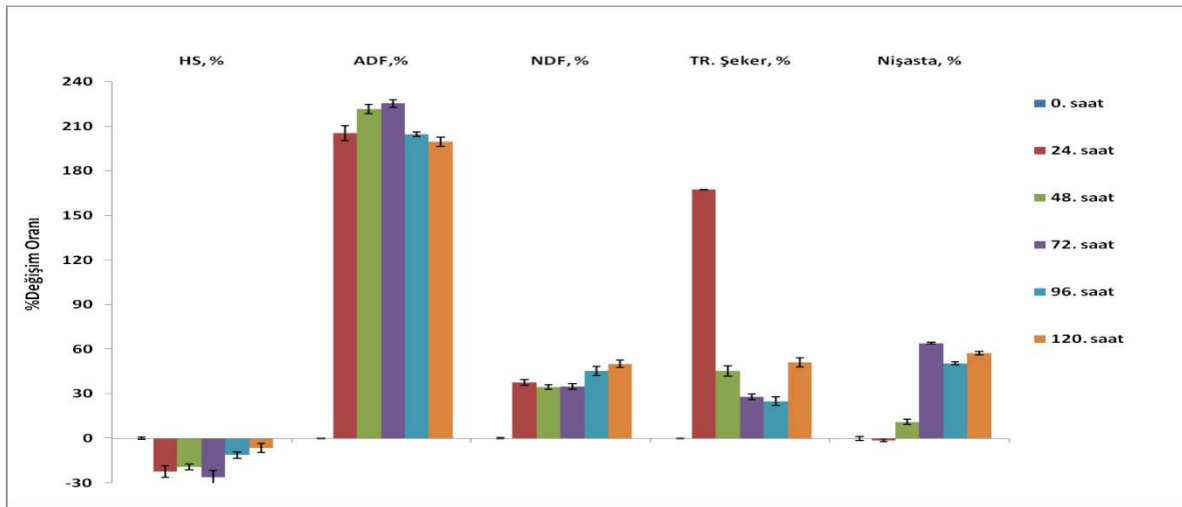
Tablo2. Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyonda besin maddede gözlemlenen değişim (Deneme 2)

Besin Madde İçeriği	0. Saat	24. Saat	48. Saat	72. Saat	96. Saat	120. Saat
KM, %	92.51±0.10	93.01±0.50	92.10±0.32	92.21±0.18	92.68±0.43	92.50±0.10
HK, %	6.25±0.17	6.15±0.10	5.80±0.45	6.20±0.12	6.42±0.32	6.50±0.47
HP, %	49.11±0.29	48.11±1.20	49.75±0.99	49.10±0.68	48.68±0.87	49.21±0.75
HY, %	1.30±0.25	1.86±0.29	1.28±0.47	1.09±0.60	1.30±0.15	1.35±0.31
HS, %	16.65±0.81	16.00±1.12	16.7±0.70	16.95±1.25	15.92±1.15	17.76±1.45
ADF, %	10.53±0.27	9.53±1.20	11.02±0.87	10.13±0.98	10.86±0.79	11.00±0.58
NDF, %	36.33±0.43	36.03±0.87	35.21±0.75	37.24±0.92	36.30±0.56	36.99±0.73
TR Şeker, %	0.86±0.16	0.75±0.21	0.81±0.19	0.85±0.13	0.89±0.16	0.95±0.10
ME, kcal/kg	2600	2583.75	2613.21	2585	2674.67	2601.19

Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen denemeden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında (Tablo 2), *Trichoderma reesei* ile fermantasyon denemesinde SFK'nın HK, HP, HY ve ME değerlerindeki değişimin istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0.05$ ) bulunmuştur. Fermantasyonda HS miktarı fermantasyon sonunda istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) oranda azalmış, HS içeriğinde en fazla azalma fermantasyonun 72. saatinde %26

oranında olmuştur. Diğer taraftan SFK'nın ADF, NDF, TR. Şeker (indergen şeker) ve nişasta içerikleri fermantasyonda önemli derecede artış elde edilmiştir ( $P<0.05$ ).

Katı faz fermantasyon tekniği kullanılarak yemlerin besin madde içeriklerinde önemli iyileşmeler olduğu, HS, ADF ve NDF içeriklerinde fermantasyon sonucunda azaldığı literatür çalışmalarında mevcuttur (Assi ve King, 2008; Díaz-Godínez, 2012; Yaşar vd., 2018a; Karakurt vd., 2019;). Ancak bu fermantasyon çalışmasında HS ve nişasta içeriklerindeki değişim literatürle uyum gösterirken ADF ve NDF içeriğindeki değişim literatürle paralellik göstermeyip ciddi bir şekilde artış elde edilmiştir. Bu duruma optimize fermantasyon koşullarının neden olabileceği ve diğer çalışmalarda kullanılan mikroorganizmalardan farklı tür ve suş kullanıldığına bağlı olacağı düşünülmektedir.



Şekil 2. SFK'nın fungal fermantasyonu sonucunda besin madde içeriğinde meydana gelen değişim

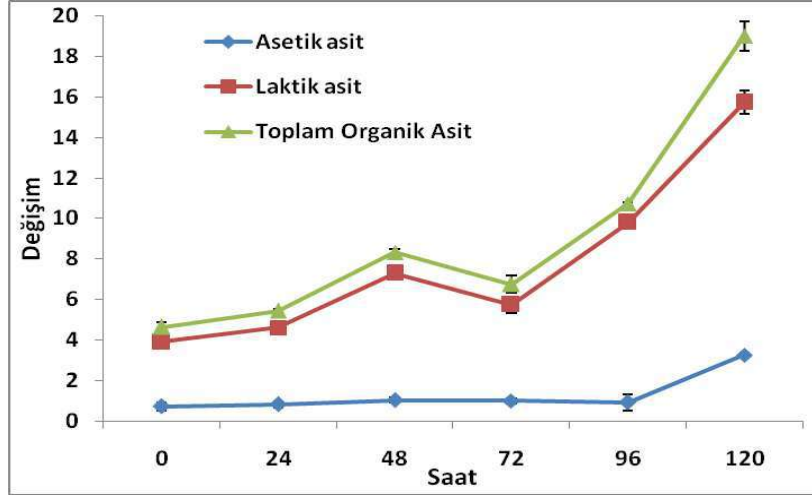
SFK'nın mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyon çalışmasında organik asitlerde istatistiksel olarak önemli ( $P>0.05$ ) bir değişim saptanmamıştır (Tablo 3).

Tablo3. Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyonda organik asit içeriğinde gözlemlenen değişim (Deneme 2)

Organik Asitler	0. Saat	24. Saat	48. Saat	72. Saat	96. Saat	120. Saat
Asetik Asit, %	0.73±0.30	0.74±0.09	0.75±0.10	0.76±0.40	0.76±0.30	0.77±0.09
Bütirik Asit, %	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Laktik Asit, %	3.90±0.10	3.91±0.40	3.89±0.30	3.86±0.09	3.93±0.09	3.93±0.30
Toplam Organik Asit Miktarı, %	4.63±0.10	4.65±0.40	4.64±0.30	4.62±0.09	4.69±0.10	4.70±0.40

*Trichoderma reesei* ile yürütülen fermantasyonda SFK'nın organik asitlerde (bütirik asit hariç) önemli ( $P<0.05$ ) değişimler tespit edilmiştir (Şekil 3). *T. reesei* ile yürütülen bu fermantasyon çalışmasında asetik asit içeriği ilk 96 saatte değişim olmazken 120 saatlik fermantasyon sonunda yaklaşık 3 katlık bir artış saptanmıştır. Diğer taraftan, laktik asit ve total organik asit düzeyleri fermantasyon süresi boyunca önemli ölçüde artış sağlanmıştır (yaklaşık 5 kat)(Şekil 3). Bu fermantasyon işleminde bütirik asit tespit edilememiştir. KFF tekniği kullanılarak organik asit üretimi yapılabileceği daha önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Özşölen, 2010; Ravichandran ve Vimala, 2012; Bartkiene vd., 2015; Shi vd., 2017; Yaşar vd., 2018b; Yaşar ve Tosun, 2019). Bu çalışmada da organik asit içeriğindeki değişim literatürde bildirilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.





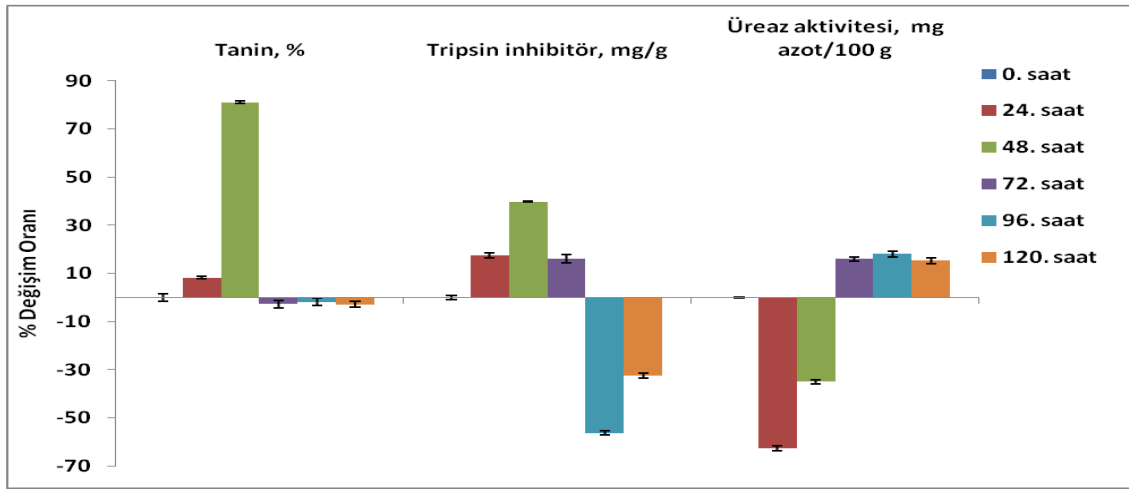
Şekil 3. SFK'nın fungal fermentasyonu sonucunda organik asitlerde meydana gelen değişim

Mikroorganizma kullanılmadan yapılan fermentasyonda SFK'nın antibesinsel faktörlerin içeriğinde her ne kadar rakamsal bir değişim olsa da bu değişim istatistiksel olarak önemli ( $P>0.05$ ) değildir (Tablo 4).

Tablo 4. Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermentasyonda antibesinsel içeriklerdeki değişim (Deneme 2)

Antibesinsel Faktörler	0. Saat	24. Saat	48. Saat	72. Saat	96. Saat	120. Saat
Tanin, %	1.14±1.62	1.22±0.40	1.11±0.51	1.09±0.80	1.11±0.31	1.05±0.25
Tripsin İnhibitör,mg/g	36,44±0.95	36,54±0.32	35,94±0.41	36,4±0.65	36,84±0.23	36,40±0.29
Üreaz Aktivitesi, mg azot/100g	3,85±0.23	3,80±0.30	3,74±0.31	3,95±0.19	4,05±0.15	3,72±0.30

SFK'nın *Trichoderma reesei* ile fermente edilmesi sonucunda tanin, tripsin inhibitörü ve üreaz aktivitelerinde düzensiz değişimler olduğu saptanmıştır (Şekil 4). Tanin içeriği 48 saatlik fermentasyon sonunda yaklaşık olarak %81 oranında artış olmuş ancak fermentasyonun sonunda bu artış kaybolarak fermentasyon öncesi değere kadar düşmüştür. Tripsin inhibitörü de tanin gibi fermentasyonun ilk 48 saatinde en fazla artışı göstermiş ancak fermentasyon sonunda kontrol gruba göre %32 oranında azalmıştır. Üreaz aktivitesinde ise fermentasyon sonunda %15'lik bir artış olmuştur. Fermentasyon saatleri boyunca antibesinsel faktörlerde gözlenen dalgalı artış ve azalışlar incelendiğinde, her bir antibesinsel faktör için en uygun inkübasyon zamanının farklı olduğu görülebilir. Örneğin, tannin ve tripsin miktarının azalması ancak fermentasyonun ilerleyen geç saatlerinde, meydana gelirken, üreaz miktarının azalması fermentasyonun ilk 48 saatinde ortaya çıkmıştır. Bu fermentasyon çalışmasında antibesinsel faktörlerde elde edilen değişimler önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyum göstermiştir (Feng vd., 2007b; Teng vd., 2012; Chi ve Cho, 2016; Dai vd., 2017).



Şekil 3. SFK'nın fungal fermantasyonu sonucunda antibesinsel bileşiklerde meydana gelen değişim

## SONUÇ

Sonuç olarak SFK ile *T. reesei* fermente edildiğinde HS, tanin ve tripsin inhibitörü azalırken, ADF, NDF, TR, şeker, organik asitler ve üreaz aktivitesi artmıştır. Fermantasyon sonucu SFK'nın organik asit içeriği bakımından önemli derece zenginleştiği, organik asit açısından fonksiyonel bir yem kaynağı olduğu ve hayvan beslemede organik asit kaynağı olarak kullanılma olanağı artmıştır.

## Bilgilendirme

Bu araştırma TÜBİTAK VHAG 1001 tarafından desteklenmiştir (Proje No: 124O629).

## KAYNAKÇA

- Akpan I., Bankole M.O., Adesemowo A.M., Latunde D.G. 1999. Production of amylase by *A. niger* in a cheap solid medium using rice bran and agricultural materials. Trop Sci 39:77-79.
- AOAC., 2005. (Association of Official Analytical Chemists) "Official Methods of Analysis". 18th ed., Washington DC, USA.
- Assi J.A., King A.J. 2008. "Manganese Amendment and *Pleurotus ostreatus* Treatment to Convert Tomato Pomace for Inclusion in Poultry Feed". Poultry Science, 87:1889-1896.
- Balloun S.L. 1980. Soybean Meal in Poultry Nutrition. K.C. Lepley, ed. The Ovid Bell Press, Inc., Fulton, Missouri.
- Bartkiene E., Krungleviciute V., Juodeikiene G., Vidmantiene D., Maknickiene Z. 2015. Solid state fermentation with lactic acid bacteria to improve the nutritional quality of lupine and soybean. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95(6):1336-42.
- Chemesova I.I., Chizhikov D.V. 2004. Determination of tannin content in rhizomes of *Comarum palustre* L. and its tincture by spectrophotometric method, Rastitel'nye Resursy, 40(3), 122-130.
- Chi C., Cho S. 2016. Improvement of bioactivity of soybean meal by solid-state fermentation with *Bacillus amyloliquefaciens* versus *Lactobacillus* spp. and *Saccharomyces cerevisiae*. Food Science and Technology. 68; 619-625.
- Dai C.H., Ma R., He L., Huang S., Zhu Q., Ding L.L. 2017. Improvement of nutritional value and bioactivity of soybean meal by solid-state fermentation with *Bacillus subtilis*. LWT-Food Science Technology, 86:1-7.

- Díaz-Godínez G. 2012. "Production of Laccases By *Pleurotus ostreatus* in Solid-State and Submerged Fermentation". Alıntı: Gupta VK and Ayyachamy M (eds). Biotechnology of Microbial Enzymes. Nova Science Publishers, New York, A:99-121.
- Feng J., Liu X., Xu Z.R., Liu Y.Y., Lu Y.P. 2007b. Effects of *Aspergillus oryzae* 3.042 fermented soybean meal on growth performance and plasma biochemical parameters in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 134:235–242.
- Feng J., Liu X., Xu Z., Lu Y., Liu Y. 2007a. Effect of fermented soybean meal on intestinal morphology and digestive enzyme activities in weaned piglets. *Digestive Diseases and Sciences*, 52: 1845–1850.
- Grujic M., Dojnov B., Potocnik I., Duduk B., Vujci Z. 2015. Spent mushroom compost as substrate for the production of industrially important hydrolytic enzymes by fungi *Trichoderma spp.* and *Aspergillus niger* in solid state fermentation. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 104, 290-298.
- Hil R.P.J., Nout M.J., Beumer R.R., Meulen V.D.J., Zwietering M.H. 2009. Fermented soya bean (tempe) extracts reduce adhesion of enterotoxigenic *Escherichia coli* to intestinal epithelial cells. *Journal of Applied Microbiology*, 106:1013–1021.
- Irfan M., Nadeem M., Syed Q. 2014. One-factor-at-a-time (OFAT) optimization of xylanase production from *Trichoderma viride*-IR05 in solid-state fermentation. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 7 (3): 317-326.
- Janssen W.M.M.A. 1989. "European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs". Spelderholt Institute for Poultry Research and Information Services, ISBN 9071463273, 9789071463273, S: 104.
- Joseph I., Raj R.P., Bhatnagar D. 2008. Effect of solid state fermentation on nutrient composition of selected feed ingredients. *Indian J. Fish.*, 55(4): 327-332.
- Karabulut A., Canbolat Ö. 2005. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa Yayın No:2.05.048.0424 Isbn 975-6149-07-8
- Karakurt Y., Güvercin D., Önder S., Çelik C., Tosun R., Baran B., Yaşar S. 2019. Chemical, enzymatic, and antioxidant enrichments of full-fat soybean and sunflower meal by *Bacillus subtilis* (ATCC® 6633™) fermentation using a solid-state bioreactor. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 43: 82-93.
- Liener I.E. 1980. Toxic Constituents of Plants Foodstuffs. Academic Press, New York.
- Özşölen F. 2010. Katı Faz Fermentasyonu ile Ligninolitik Enzimlerin Üretimi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 73, Eskişehir.
- Pandey A., Selvakumar P., Soccol C.R., Nigam P. 1999. Solid state fermentation for the production of industrial enzymes. *Fermentation Science Technology*. 77(1); 149-162.
- Ramadan M.M., Elbandy M., Fadel M., Ghanem K.Z. 2014. Biotechnological production of volatile and non-volatile antioxidant compounds from fermented soy bean meal with *Trichoderma sp.* *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 5(6):537-547.
- Ravichandran S., Vimala R. 2012. Solid State and Submerged Fermentation for the Production of Bioactive Substances: A Comparative Study. *International Journal of Science and Nature*, 3: 480-486.
- Roh S.G., Carroll J.A., Kim S.W. 2015. Effects of fermented soybean meal on innate immunity-related gene expressions in nursery pigs acutely challenged with lipopolysaccharides. *Animal Science Journal*, 86:508–516.
- Seo S., Chu S. 2016. Changes in allergenic and antinutritional protein profiles of soybean meal during solid-state fermentation with *Bacillus subtilis*. *Food Science and Technology*. 70; 208-212.
- Shi C., Zhang Y., Lu Z., Wang Y. 2017. Solid-state fermentation of corn-soybean meal mixed feed with *Bacillus subtilis* and *Enterococcus faecium* for degrading antinutritional

- factors and enhancing nutritional value. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 8:50, 2-9.
- Syahruddin E., Herawaty R., Azhar 2017. Effects of Replacing Soybean Meal with Fermented Leaves and Seeds of the Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) on the Production Performance and Carcass Cholesterol Levels of Pitalah Ducks. *Int. J. Poult. Sci.*, 17 (1): 34-39.
- Teng D., Gao M., Yang Y., Liu B., Tian Z., Wang J. 2012. Bio-modification of soybean meal with *Bacillus subtilis* or *Aspergillus oryzae*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 1:32–38.
- Thakur S.A., Nemade S.N., Sharanappa A. 2015. Solid state fermentation of overheated soybean meal (waste) for production of protease using *Aspergillus oryzae*. *Inten J Innov Res Sci Eng Technol* 4:18456–18461
- Yaşar S., Gök M.S. 2014. Fattening Performance of Japanese Quails (*coturnix coturnix japonica*) Fed on Diets with High Levels of Dry Fermented Wheat, Barley and Oats Grains in Whey with Citrus Pomace. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 71(1): 51-62.
- Yaşar S., Okutan İ., Tosun R. 2017. Testing Novel Eubiotic Additives: Its Health and Performance Effects in Commercially Raised Farm Animals. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 7(4): 297-308.
- Yaşar S., Uysal C., Tosun R. 2018a. Nutritional Fortification of Sunflower Meal by *Bacillus Subtilis ATCC PTA-6737* Fermentation, *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, Cilt 75, Sayı 2.
- Yaşar S., Tosun R., Baran B. 2018b. Value-Added Novel Products Obtained From Whole Cereal Flours Fermented In An Optimised Solid State Process Using *Lactobacillus Salivarius Subsp. Salicinus Rogosa Et Al. (Dsm 20555)*. *Zeugma I. Uluslararası Multi Disipliner Çalışmalar Kongresi.* 13-16 Eylül 2018, Gaziantep. S:516-531 (Sözlü sunum/Tam Metin).
- Yaşar S., Yegen M.K. 2017. Yeast fermented additive enhances broiler growth. *R. Bras. Zootec.*, 46(10):814-820.
- Yaşar S., Tosun R. 2019. Increased organic acid production and decreased phytate phosphorus by high level of water content of *Bacillus subtilis ATCC PTA-6737* fermentation of soybean meal. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, (Yayınlanmak için kabul edildi).
- Yoon L.W., Ang T.N., Ngoh G.C., Chua A.S.M. 2014. Fungal solid-state fermentation and various methods of enhancement in cellulase production. *Biomass and Bioenergy*, 67, 319-338.

SANCAK (BİNGÖL-MERKEZ) VE ÇEVRESİ FLORASINDA ARICILIK  
AÇISINDAN ÖNEMLİ BİTKİLER

<sup>1</sup>Ömer KILIÇ & <sup>2</sup>Şinasi YILDIRIMLI

Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Park-Bahçe Bitkileri Bölümü  
Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

**ÖZET**

Bu çalışmada; Sancak Beldesi (Bingöl-Merkez) ve çevresinde arıcılık açısından önemli, değerli ve arıların en fazla ziyaret ettiği bitkiler periyodik arazi çalışmaları, alan ile yakın çevresinde arıcılık yapanlar ile görüşmeler yapılarak belirlendi. Bu kapsamdaki çalışmalar sonucunda arıcılık açısından önemli, toplamda 72 bitki taksonu tespit edilmiş olup, bunlardan 9'u endemik bitkidir. Belirlenen taksonların bulunduğu familyalar sırasıyla şu şekildedir: Lamiaceae (17), Asteraceae (14), Fabaceae (13), Apiaceae (9), Rosaceae (8), Boraginaceae (3), Hypericaceae (2), Caryophyllaceae (2), Brassicaceae (1), Acanthaceae (1), Plumbaginaceae (1), Malvaceae (1).

Arıların en fazla ziyaret ettiği bitkiler ekolojik koşullara, polen ile nektar özelliklerine, bitki korolla özelliğine ve alanın bitki örtüsü gibi pek çok faktöre göre değişebilmektedir. Araştırma alanında bal arılarınca en fazla ziyaret edilen bitkiler çoğunlukla alanda daha sık görülen, populasyon oluşturmuş, nektar ile polen kaynağı fazla olup çiçeklenme süresi uzun ve yayılışı geniş olanlardır (*Astragalus gummifer* Labill., *Salvia multicaulis* Vahl., *Hypericum scabrum* L., *Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum*, *Vicia cracca* L. subsp. *stenophylla*, *Echinops orientalis* Trautv., *Melilotus officinalis* (L.) Desr., *Trifolium pratense* L. var. *pratense*, *Rubus sanctus* Schreb., *Crateagus meyeri* Pojark, *Lecokia cretica* (Lam.) DC, *Malva neglecta* Wallr., *Aethionema grandiflorum* Boiss. & Hohen, *Astragalus kurdicus* Boiss. var. *kurdicus*, *Achillea biebersteinii* Afan, *Echium italicum* L., *Teucrium parviflorum* Schreb, *Scutellaria orientalis* L. subsp. *orientalis*, *Salvia verticillata* L. subsp. *verticillata*, *Rosa canina* L.)

**Anahtar Kelimeler:** *Flora, Arıcılık, Sancak Beldesi, Bingöl*

## IMPORTANT PLANTS FOR BEEKEEPING FROM SANCAK (BİNGÖL-CENTER) AND SURROUNDINGS

### ABSTRACT

In this study; important plants in terms of beekeeping from Sancak (Bingöl-Center) and surroundings were detected by periodic field studies, interviews with the beekeepers and people from study area and around. As a result of these studies, 72 important plant taxa have been determined in terms of beekeeping, 9 of which are endemic plants. The families with determined plant taxa are as follows: Lamiaceae (17), Asteraceae (14), Fabaceae (13), Apiaceae (9), Rosaceae (8), Boraginaceae (3), Hypericaceae (2), Caryophyllaceae (2), Brassicaceae (1), Acanthaceae (1), Plumbaginaceae (1), Malvaceae (1).

The most visited plants of bees may vary according to ecological conditions, pollen and nectar properties, plant corolla properties, vegetation of the area and many factors. In the research area, the most visited plants by bees are more frequent, populated in the field, pollen and nectar sources are more and the flowering period is long and more spreading ones (*Astragalus gummifer* Labill., *Salvia multicaulis* Vahl., *Hypericum scabrum* L., *Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum*, *Vicia cracca* L. subsp. *stenophylla*, *Echinops orientalis* Trautv., *Melilotus officinalis* (L.) Desr., *Trifolium pratense* L. var. *pratense*, *Rubus sanctus* Schreb, *Crateagus meyeri* Pojark, *Lecokia cretica* (Lam.) DC, *Malva neglecta* Wallr., *Aethionema grandiflorum* Boiss. & Hohen, *Astragalus kurdicus* Boiss. var. *kurdicus*, *Achillea biebersteinii* Afan, *Echium italicum* L., *Teucrium parviflorum* Schreb, *Scutellaria orientalis* L. subsp. *orientalis*, *Salvia verticillata* L. subsp. *verticillata*, *Rosa canina* L.)

**Keywords:** *Flora, Beekeeping, Sancak Waist, Bingöl.*

### 1. GİRİŞ

Arılar, özellikle de balarıları (*Apis mellifera* L.) doğal vejetasyondaki veya kültür bitkilerindeki çiçekli bitkiler ve meyve ağaçlarından polen ve nektar toplarken bitkilerin tozlaşmasını sağlayarak ürün artışına, ekosisteme, tarım ve ekonomiye katkı sağlamasına, bitkilerin nesillerinin ve populasyonlarının artarak devam etmesine, yayılışının genişlemesine, ekolojik dengenin korunmasına, erozyonun engellenmesine, kaliteli ve fazla meyve ile tohum oluşumuna sebep olma gibi birçok faydaları olan önemli böcek türlerinden biridir (Çankaya, ve Korkmaz, 2008). Ülkemizin floristik zenginliğini ve bitki örtüsünün orijinalliğini ortaya koyan birçok bilimsel araştırma yapılmış olup, çeşitli bölgelerde benzer araştırmalar devam etmektedir. Bingöl merkeze bağlı ve yaklaşık 36 km mesafede olan Sancak Beldesi ile çevresi farklı ekolojik faktörler nedeniyle bitki tür ve sayısı bakımından orijinal bir yapıda olduğundan ve daha önce alanda benzer bir çalışma olmadığından proje çalışmamız kapsamında bu bölgeyi seçtik. Çalışma alanımız Anadolu diyagonalinin doğusunda, Anadolu-Turan fitocoğrafik bölgesinde ve B8 karesinde yer almaktadır. Araştırma alanı ve çevresi bozkır (step), sulak alan, kayalık, ormanlık alanlar gibi farklı habitatlara, farklı ekolojik özelliklere sahip olması, son yıllarda alan ve çevresinde yapılmış olan çalışmalar ile alan ve çevresinde birkaç yıl içinde keşfedilen yeni bitki türleri (Yıldırım & Kılıç, 2015; Yıldırım & Kılıç, 2016; Kılıç & Yıldırım 2018a-b; Yıldırım & Kılıç, 2018) çalışma alanımızın orijinalliğinin bilimsel göstergelerinin sadece bazıları olup, 2018 yılı saha çalışmaları sırasında Rubiaceae (Kökboyasıgiller) familyası, *Galium* L. (Yoğurtotu) cinsine ait bir türün yeni

olduğu keşfedilip Sancak Beldesi'nin ismi verilerek *Galium sancakense* Yıld. & Kılıç olarak yayımlanıp literatüre ve bilim alemine tanıtıldı (Yıldırım & Kılıç, 2018).

Arı ve bitki birbirleri ile son derece bağlantılı olup, arıların beslenmesi ile bal üretmesi için bitkiler ne kadar önemli ise bitkilerin polinasyonu için de arılar o kadar önemlidir. Arıların kovanlarını koydukları alanların bitki çeşitliliği, özellikle arıların tercih ettiği bitkilerin fazlalığı, vejetasyon süresinin uzunluğu ile çiçeklenme dönemlerinin farklılığı ile uzunluğu hem arı beslenmesi hem de arı ürünlerinin verimini ve kalitesini etkilemektedir. Arıcılıkta istenilen hedefe ulaşabilmek için arıcılık yapılan yöredeki ve arılık çevresindeki bitki örtüsünün ve özellikle de arıların nektar ile polen almak için en fazla ziyaret ettiği bitkilerin arılarınca çok iyi tanınması, çiçeklenme ve nektar akımının başlama zamanı ve süresinin iyi bilinmesi gerekir. Bu açıdan gerçekleştirdiğimiz bu çalışma ile Sancak Beldesi (Bingöl-Merkez) ve çevresinde arıcılık açısından önemli, değerli ve arıların en fazla ziyaret ettiği belli başlı bitkiler periyodik arazi çalışmaları, alan ile yakın çevresinde arıcılık yapan bölge halkı ile görüşmeler yapılarak belirlenerek bu konudaki literatüre, alandaki arıcılık faaliyetlerinin verimliliğine, üniversitemizin pilot üniversite kapsamında bu konulardaki ihtisaslaşmasına katkılar sağlanması hedeflendi ve konuyla ilgili önerilerde bulunuldu.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın materyallerini bulgular kısmında görüldüğü üzere Sancak (Bingöl-Merkez) beldesi ve çevresinde doğal alanlarda yayılışı olan ve arılarca en fazla ziyaret eden 72 bitki taksonu oluşturmaktadır. Bu doğal bitkiler 2018 yılının vejetasyon döneminde toplandı, fotoğraflandı, herbaryum tekniğine uygun şekilde kurutuldu ve teşhisleri bitki sistematikçileri Ö.Kılıç ve Ş.Yıldırım ve tarafından Flora of Turkey (Davis, 1965-1985) eserleri kullanılarak yapıldı. Bitki materyalleri Bingöl Üniversitesi Park-Bahçe Bitkileri Bölümü ve Yıldırım Herbariyumu'nda muhafaza edilmektedir.

## 3. BULGULAR

2018 yılının vejetasyon döneminde Sancak (Bingöl-Merkez) beldesi ve çevresinde doğal alanlarda yayılışı olan ve arılarca en fazla ziyaret eden 72 bitki taksonu (*Salvia multicaulis*, *Teucrium parviflorum*, *Scutellaria orientalis* subsp. *orientalis*, *Salvia verticillata* subsp. *verticillata*, *Teucrium polium*, *Lamium macrodon*, *Marrubium astracanicum* subsp. *astracanicum*, *Stachys lavandulifolia* var. *brachydon*, *Nepeta nuda* subsp. *lydia*, *Lallemantia iberica*, *Satureja boissieri*, *Thymus kotschyanus* var. *kotschyanus*, *Salvia trichoclada*, *Phlomis kurdica*, *Thymus haussknechtii*, *Mentha longifolia* subsp. *longifolia*, *Sideritis vulcacina*, *Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum*, *Echinops orientalis*, *Achillea biebersteinii*, *Anthemis armeniaca*, *Pulicaria dysenterica*, *Helichrysum graveolens*, *Achillea schischkinii*, *Tripleurospermum parviflorum*, *Cirsium amani*, *Carduus nutans* subsp. *nutans*, *Centaurea depressa*, *Taraxacum montanum*, *Arctium minus* subsp. *minus*, *Jurinea moschus* subsp. *moschus*, *Astragalus gummifer*, *Vicia cracca* subsp. *stenophylla*, *Melilotus officinalis*, *Trifolium pratense* var. *pratense*, *Astragalus kurdicus* var. *kurdicus*, *Astragalus bicolor*, *Trifolium arvense* var. *arvense*, *Medicago sativa* subsp. *sativa*, *Lotus gebelia* var. *gebelia*, *Astragalus compactus*, *Vicia sativa* subsp. *nigra* var. *nigra*, *Coronilla varia* subsp. *varia*, *Ebenus haussknechtii*, *Lecokia cretica*, *Artedia squamata*, *Pimpinella corymbosa*, *Ferula orientalis*, *Heracleum persicum*, *Prangos pabularia*, *Zosima absinthifolia*, *Bunium paucifolium* var. *brevipens*, *Stenotaenia macrocarpa*, *Rubus sanctus*, *Crateagus meyeri*, *Rosa canina*, *Crateagus monogyna* subsp. *monogyna*, *Crateagus orientalis* subsp. *orientalis*, *Malus*

*sylvestris* subsp. *mitis*, *Potentilla reptans*, *Geum urbanum*, *Hypericum scabrum*, *Hypericum perforatum*, *Gysophila aucheri*, *Silene compacta*, *Echium italicum*, *Anchusa azurea* var. *azurea*, *Alkanna tinctoria* subsp. *tinctoria*, *Acantholimon acerosum* var. *acerosum*, *Aethionema grandiflorum*, *Acanthus dioscoridis* var. *dioscoridis*, *Malva neglecta*) tespit edildi.

### 3. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma alanımızda yaprağ ını döken ağ aç ve çalılardan oluşan ormanlar, ağ açsız alanlarda bozkırlar, çalı-yarıçalı, kayalık alan, dere, sucul ve çayır formasyonları başlıca vejetasyon tipleridirler. Araştırma alanındaki toprak özellikleri üzerinde alanın büyük bölümünde hakim olan vejetasyon özellikleri etkili olmuş ve bunlar sonucunda da farklı toprak tipleri ortaya çıkmıştır. Ekonomik değ erli ve özellikle de bu çalışmada üzerinde durulan arılarca en fazla ziyaret edilen doğ al bitki türlerinin habitatlarında sürdürülebilir bir şekilde devamlılığ ının sağ lanmasına yönelik koruma yöntemlerinin (yerinde yönetim, in-situ koruma, ex-situ koruma tamamlayıcı koruma yöntemleri) belirlenmesi ve bu yöntemlerin birbirini tamamlar nitelikte uygulanması alan ve çevresinde arıcılık faaliyetlerinin daha kazançlı yapılmasında en önemli faktörlerden biridir. Bingöl'ün arıcılık açısından kalkınmasında mevcut potansiyellerini en iyi şekilde değ erlendirilmesi için, nektarlı ballı bitkisel kaynakların alandaki öneminin, bunların arılık ile çevresinde muhafaza edilmesinin, doğ al habitatlarında bilinçli kullanımının ve bu kapsamdaki çalışmaların desteklenmesinin önemi büyüktür. Bunun için de, ilin özellikle arıların en çok tercih ettiğ i bitkisel kaynaklar açısından mevcut profilinin ortaya konarak buna göre arıcılığ ın sürdürülmesi ile planlanması, konuyla ilgili geleceğ e yönelik yeni yatırım, proje hedef ile stratejilerinin belirlenmesi ciddiyle durulması gereken hususların başında gelmektedir.

Doğ ada nektar salgılayan bitkiler, kültür bitkileri, doğ al olarak yetişen bitkiler ile ağ aç ve çalılar olmak üzere üç grupta incelenip, Bingöl'ün zengin bitki florası ve özellikle de nektarlı bitkiler bakımından zenginliğ i arıcılık için de ideal bir üretim alanı niteliğ inde olmasına sebep olmuştur. Farklı arı ürünlerini nitelik ve nicelik yönünden istenilen özellikte elde edebilmek için arılık çevresinde arıların en fazla tercih ettiğ i bitkilerin bilinip korunarak yaygınlaşmasını sağlamak ve çiçeklenme ve nektar akımının başlama ve devam süresini bilmek en önemli hususların başında gelmektedir. Arıcılıkta çalışılan materyal özellikle arı ve bitkiler olduğ undan, bu alanda başarılı olmanın yolu öncelikle materyallerin iyi tanınması, arıların en fazla nektar aldıkları bitkiler konusunda bilgi birikiminin olması, bilgi birikiminin saha ile faaliyetlerde kullanılması, gerekli bakım, yöntem ve yönetimin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bingöl ve çevre illerde yapılan arıcılık faaliyetleriyle ilgili çalışmalarda görüleceğ i üzere, arıların polen almak için en fazla ziyaret ettikleri bitkiler genelde Ballıbabagiller (Lamiaceae), Papatyagiller (Asteraceae) ve Baklagiller (Fabaceae) familyalarında toplanmış olup, çalışmamızda da Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae üyeleri arılarca en fazla ziyaret edilen familyalar olarak tespit edildi.

Bu çalışma ile ilimiz ve özellikle de arıcılık faaliyetlerine katkılar sağlayacak, arılık ile çevresindeki arılarca çok tercih edilen doğ al ve kültür bitkilerinin verimliliğ ini artıracak, doğ al ve biyolojik kaynakların korunma ve zenginleştirilmesini sağlayacak, konuyla ilgili üniversitemizin ihtisaslaşmasını artıracak, tespit edilen bitkilerin pilot üniversite kapsamındaki diğ er çalışmalarda değ erlendirme potansiyeli olabilecek önemli temel veriler elde edildi.



## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşması Programı kapsamında (Proje no: PİKOM-Bitki.2018.004) desteklenmiştir

## KAYNAKLAR

Çankaya, N. ve Korkmaz, A., Samsun Tarım İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını, 2008.

Yıldırım, Ş., Kılıç, O. (2015). New taxa of tepaloid monocots from Turkey. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*. 22, 1-2, 1-24.

Yıldırım, Ş., Kılıç, O. (2016). New infrageneric taxa and species of *Aethionema* and their current key from Turkey. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*. 23, 1-2, 1-66.

Ö.Kılıç & Ş. Yıldırım, 2018a. Sancak (Bingöl) Ve Çevresinde Süs Bitkisi Olarak Kullanılabilir Potansiyeli Olan Doğal Bitkiler. I. Uluslararası Battalgazi Multidisipliner Çalışmalar Kongresi. 7-9 Aralık 2018. Sözlü Sunum. Malatya. Kongre Kitabında Tam metin yayınlandı.

Ö.Kılıç & Ş. Yıldırım, 2018b. Endemic, Aromatic And Medicinal Plants Of Sancak (Bingöl) And It's Surroundings. I. Uluslararası Battalgazi Multidisipliner Çalışmalar Kongresi. Malatya. 7-9 Aralık 2018. Sözlü Sunum. Malatya. Kongre Kitabında Tam metin yayınlandı.

Yıldırım Ş., Kılıç Ö., Two New Species Of *Galium* L. (*G. sancakense*, *G. kaliovense*) From Bingöl Province, Turkey. *The Herb Journal of Botany*, 25, 2, 31-39, 2018.

Davis P.H., Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vols. 1-9, Edinburgh Univ. 1965-1985.

***TRICHODERMA REESEI SIMMONS, ANAMORPH(ATCC® 26921) İLE  
FERMENTE EDİLMİŞ AYÇİÇEĞİ KÜSPESİNİN FONKSİYONEL YEM OLARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ***

**Prof. Dr.Sulhattin YAŞAR ve Ar. Gör. Ramazan TOSUN**  
İğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

**ÖZET**

Bu çalışmada, ayçiçeği küspesini *Trichoderma reesei (TR) Simmons, anamorph (ATCC® 26921™)* suşu kullanılarak optimum koşullarda katı faz fermantasyona uğratarak besin maddeleri değişimini, üretilen organik asit miktarlarını ve antibesinsel faktör içeriklerinin tespiti amaçlanmıştır. Ayçiçeği küspesi fungal mikroorganizma kullanılmadan ve *Trichoderma reesei* ile 120 saat boyunca fermente edilmiştir. Her 24 saatlik fermentasyon sonunda 3 adet bağımsız steril örnekte analizler yürütülmüştür. Deneme deseni 2 fermentasyon (kör ve kontrol) x 6 inkübasyon zamanı x 3 örnek üzerine kurgulanmıştır. Veriler General Linear Model kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ayçiçeği küspesinin *Trichoderma reesei* ile fermantasyonundan elde edilen örneklerin kimyasal analizler sonuçları kör (fungal inokulant kullanılmamış) fermente ayçiçeği küspesi ile karşılaştırıldığında; ham kül %13 ve toplam redükte şeker %18 artarken, ham yağ %21, ham selüloz %15 ve ADF %12 oranında azalmıştır. Diğer besin madde içeriklerinde önemli değişiklikler gözlenmemiştir. Fungal mikroorganizma kullanılarak yürütülen fermantasyon süreleri boyunca organik asit miktarı (ilk 24 saatte laktik asit miktarı %597 artışla) %82 oranında artmıştır. Ayrıca yemin tanin içeriği fermantasyon ile %61 oranında azaltılmıştır. Sonuç olarak, *Trichoderma reesei* ile fermente edilen ayçiçeği küspesi organik asit bakımından zenginleştirilmesinin yanında ham selüloz ile tanin içeriği azaltılarak hayvan beslemede fonksiyonel yem haline dönüştürülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Fonksiyonel yem, ayçiçeği küspesi, katı faz fermantasyon, organik asit ve *Trichoderma reesei*

**ABSTRACT**

In this study, sunflower meal was fermented with *Trichoderma reesei Simmons, anamorph (ATCC® 26921™)* under optimum conditions to increase the nutrient content, to enrich its organic acid level and to decrease its antinutritional compounds. The sunflower meal was fermented for 120 hours with no fungal microorganism and *Trichoderma reesei*. Three independent sterile sample were taken every 24 hours for the chemical analysis fermentation. The data were subjected to the analysis of variance (2 feed x 6 incubation times x 3 samples) using the General Linear Model. The results indicated that fermentation of sunflower meal with *Trichoderma reesei* significantly increased the crude ash (13%) and total reducing sugar (18%) content while the reduced crude lipid (21%), crude fiber (15%) and ADF (12%) content at the end of fermentation. In fermentation carried out with fungal microorganism, the amount of organic acid (especially lactic acid increased by 597% at 24 h) increased by 82%. In addition, the tannin content of the feed was reduced by 61%, while no changes observed in there maining nutrient contents. As a result, fermentation with *Trichoderma reesei* has been successfully enriched sunflower meal in terms of some nutrients and organic acids (especially lactic acid), and reduced its crude fiber and tannin contents. Fermented sunflower meal become a biologically valuable functional feed to be used in in animal nutrition.

**Keywords:** Functional feed, sunflower meal, solid state fermentation, organic acid and *Trichoderma reesei*

## GİRİŞ

Hayvancılıkta protein kaynağı olarak soya fasulyesi küspesinden sonra en çok kullanılan bitkisel kökenli protein kaynağı ayçiçeği tohumu küspesi (ATK)'dir. Ancak ATK'nın bünyesinde bulunan yüksek ham selüloz içeriği ve beslemeyi engelleyici antibesinsel faktörlerden dolayı hayvan beslemede özellikle kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanımı sınırlıdır (Sangsoponjit vd., 2017; Yaşar vd., 2018). Bu sınırlayıcı faktörlerin hayvanlar üzerindeki etkisini azaltmak için kanatlı rasyonlarına ATK ile birlikte selüloz enzimi gibi çeşitli enzimlerle desteklenmesi gerekir ancak rasyona enzim ilavesi de yem maliyetini artırmaktadır. Bunun yerine daha ekonomik ve etkili olan katı faz fermantasyon (KFF) yöntemi kullanılarak ATK'nın besleme kalitesi iyileştirilebilir ve bünyesinde bulunan antibesinsel faktörler yok edilebilir veya en aza indirilebilir. KFF yöntemi ile ATK'nın besin madde içeriğinin ve enzim aktivitesinin arttığı, antibesinsel faktörlerin azaldığına dair çalışmalar mevcuttur (Cai vd., 1996; Haq ve Mukhtar, 2004; Karakoç, 2006).

ATK'nın *Bacillus subtilis* ile farklı nem seviyelerinde 72 saatlik fermantasyonu sonucunda ham kül, ham protein ve proteaz enzim aktivitesinin önemli derecede artarken, ham selüloz ve fitik asit gibi antibesinsel faktörlerin önemli derecede parçalanarak azaldığını belirtmiştir, diğer taraftan düşük nem (%66) içeriğinde asetik asit ve bütirik asit içeriği azalırken laktik asit içeriğinin arttığı, yüksek nem (%80) içeriğinde ise asetik asit ve laktik asit miktarının arttığı bütirik asit içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Yaşar vd., 2018). Canella vd. (1985) ise ATK'nın laktik asit fermantasyonu sonucunda ham yağ ve bazı amino asit içeriklerinin önemli derece artarken toplam şeker miktarının azaldığını bildirmiştir. *Saccharomyces cerevisiae* veya *Bacillus subtilis* ile ATK'nın da içerisinde bulunduğu çeşitli yem materyallerinin fermantasyonu sonucu ham protein, ham yağ ve bazı esansiyel amino asitlerin arttığı, ham selüloz ve antibesinsel faktörlerin azaldığı bildirilmiştir (Azza vd., 2013; Hassaan vd., 2018). Kauçuk ağacının yaprak ve tohumlarının substrat olarak kullanıldığı ve *Trichoderma spiralis* ile fermantasyonu sonucunda elde edilen fermente ürünün protein içeriğinin önemli derecede arttığı bildirilmiştir (Syahrudin vd., 2017). ATK'nın düşük nem içeriğinde *Trichoderma harzianum* S/G2431 ile fermantasyonunda protein içeriğinin artırıldığı ve selüloz içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Parrado ve Bautista, 1993). *Aspergillus* türleri ile fermantasyonu sonucunda ATK'nın protein ve pektinaz aktivitesinin arttığı bildirilmiştir (Lomascolo vd., 2012). ATK'nın *Trametes versicolor* ile fermantasyonu sonucu klorojenik asit gibi bazı antibesinsel faktörlerin %98 oranında azaldığı bildirilmiştir (Martinez ve Duvnjak, 2007). ATK'nın *Cryptococcus albidus* ile fermente edilerek endo-poligalakturonaz (Federici vd., 1988), *Bacillus licheniformis* ile fermente edilerek  $\alpha$ -amilaz (Haq vd., 2003), *Humicola lanuginosa* ile fermente ederek ise endo- $\beta$ -ksilanaz (Rajoka vd., 2005) üretiminin yapılabileceği bildirilmiştir.

*Trichoderma viride-IR05* mikroorganizması kullanılarak içerisinde ATK'nın da bulunduğu bazı substratlarla yürütülen fermantasyon çalışmasında ksilanaz enziminin üretildiği tespit edilmiştir (Irfan vd., 2014). *Trichoderma reesei* mikroorganizmasının selüloz enzim üretiminde yüksek kapasitesinin bulunduğu ve yaygın olarak kullanılan bir fungal suş olduğu bildirilmiştir (Gusakov, 2011). Birçok araştırmada *Trichoderma reesei* ile selüloz enziminin üretildiğine dair çalışmalar mevcuttur (Weber ve Agblevor, 2005; Mekala vd., 2008). Pamuk tohumu küspesi, mısır, buğday kepeği, ATK ve bazı kimyasal karışımının substrat olarak kullanarak *Streptomyces clavuligerus* ile fermantasyonu sonucunda cephamycin C antibiyotikinin üretilebileceği tespit edilmiştir (Kota ve Sridhar, 1999)

Bu çalışmanın amacı, optimize edilmiş bir modern bir biyoreaktör kullanılarak ayçiçeği tohumu küspesinin *Trichoderma reesei* Simmons, *anamorph* (ATCC® 26921™) ile 120 saat

fermantasyona uğratmak ve fermentasyon sonucunda ayçiçeği tohumu küspesinin besin madde, organik asit içeriği ve antibesinsel faktörlerdeki değişimi tespit etmektir.

## MATERYAL VE METOT

Nem içeriği %90 olan ATK'nın fermentasyon öncesi partiküller arasında uygun hava dolaşımı için 3 mm elekten geçirilerek öğütülmüştür. Öğütülen ATK 120 °C 15 dk otoklavlanarak sterilizasyonu sağlanmıştır. DSM'den temin edilen *Trichoderma reesei* Simmons, anamorph (ATCC® 26921™) mikroorganizması DSM'nin önerdiği koşullarda çoğaltılarak fermentasyonda kullanılmak üzere depolanmıştır. Çalışma kapasitesi 2,5-3 litre LabforEtOH 5 (Infors Ltd., İsviçre) olan biyoreaktör, toplam hacim 2,5 L'yi geçmeyecek şekilde mikrobiyolojik kabin içinde katı ve sıvı ile doldurularak fermentasyon için istenilen koşullar sağlanıp katı faz fermentasyon başlatılmıştır (Tablo 1). Fermentasyon süresi boyunca biyoreaktör peristaltik pompaları sayesinde pH istenilen seviyede tutulmuştur. Fermentasyonda pH'yı ideal seviyede tutmak için asit ve baz tamponu olarak ise 0.1 M sodyum asetat (pH=1.5) ve 0.1 M sodyum bikarbonat (pH=9.75) kullanılmıştır. Aynı koşullar altında mikroorganizma kullanılmadan da ATK fermente edilmiştir.

**Tablo 1.** Fermentasyon deneme deseni

Deneme	<i>T.reesei</i> (spor/gr)	pH	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	Hava Girişi (L/dk)	Karıştırma Hızı (rpm)	Örnekleme Aralığı (saat)
Deneme 1	1x10 <sup>7</sup>	5,90	65	27	0,2	10	0, 24, 48, 72,
Deneme 2	0						96 ve 120

Biyoreaktör sisteminden çıkan hava yine filtrelerden geçtikten sonra portatif gaz ölçüm cihazı ile CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve H<sub>2</sub>S gazı ölçümlerine tabi tutulmuştur. Fermentasyon süreleri sonunda steril olarak alınan yaş örneklerde mikrobiyolojik analizler TS EN ISO 21527-1/2:2008, tarafından bildirilen koloni oluşturma birimi (kob.) metoduna göre yapılmıştır. Fermente ürünlerde organik asit (asetik, bütirik ve laktik asit) tayinleri Karabulut ve Canbolat (2005), tarafından bildirilen titrimetrik yöntem ile yapılmıştır. Fermentasyon sonucu yaş örnekler etüvde (30-40 °C'de) kurutulduktan sonra besin madde analizleri AOAC (1990), tarafından bildirilen ve Karabulut ve Canbolat, (2005)'de ayrıntılı bir şekilde anlatılan metot protokollerine göre tespit edilmiştir. Metabolik enerji ise hesap yolu tespit edilmiştir. Metabolik enerji (ME) değerlerinin hesabında Janssen (1989), tarafından formülden yararlanılmıştır. Tanin analizleri Chemesova ve Chizhikov (2004), fitik asit içeriği ise spektrofotometrik olarak Raheja vd., (1973) tarafından bildirilen metoda göre tespit edilmiştir.

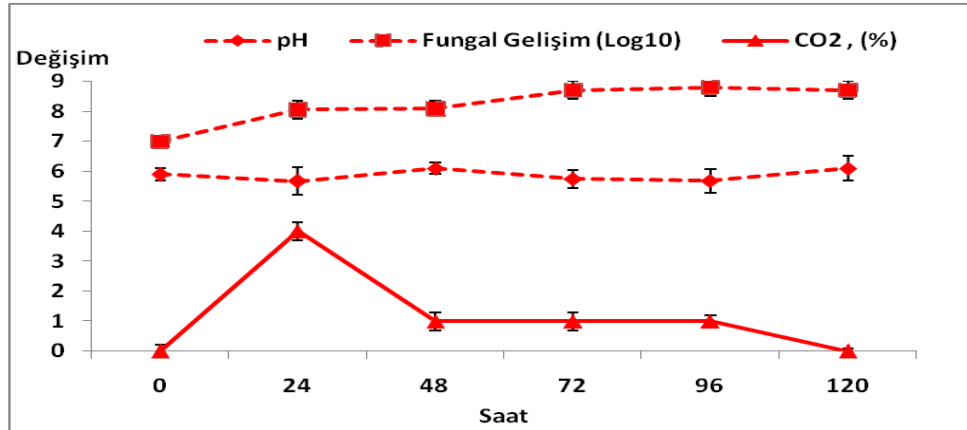
Fermentasyon sonucu elde edilen örneklerde kimyasal analizler yapılmış ve kimyasal analiz sonucu elde edilen veriler General Linear Model kullanılarak varyans analizine (2 yem x 6 inkübasyon zamanı x 3 örnek) tabi tutulmuştur. Analiz sonucunun önemli bulunması durumunda grup ortalamaları arasındaki farklılıklar ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Tüm fermentasyonlarda pH ve sıcaklık değerlerinde herhangi bir değişim söz konusu olmamış, biyoreaktör fermentasyon süresi boyunca pH ve sıcaklığı değerini sabit tutarak başarılı bir fermentasyon olması sağlanmıştır.

ATK'nın *Trichoderma reesei* ile fermentasyonu sonucunda fungal gelişim fermentasyonun ilk 24 saatinde en yüksek gelişim değerine ulaşarak 1 log'luk istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bir artış söz konusudur (Şekil 1). Fermentasyonda CO<sub>2</sub> çıkışı da fungal gelişime paralel olarak

en fazla fermantasyonun ilk 24 saatinde %4 düzeyine ulaşmış ve bu değer fermantasyonun ilerleyen saatlerinde %1 civarına kadar azalmış ve fermantasyonun 120. saatinde ise CO<sub>2</sub> çıkışı gözlemlenmemiştir (Şekil 1). Tüm fermantasyon çalışmalarında CO<sub>2</sub> dışında herhangi bir gaz çıkışı olmamıştır. Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyon çalışmalarında (Deneme 2) deneme dışında kullanılanların dışında herhangi bir mikroorganizma gelişimi ve gaz çıkışı saptanmamıştır.



**Şekil 1.** Fermantasyonda pH, CO<sub>2</sub> ve fungal gelişimde gözlenen değişim

ATK'nın fungal mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyon çalışmasında besin madde içeriklerinde istatistiksel olarak önemli ( $P>0.05$ ) bir değişim gözlemlenmemiştir (Tablo 2). Ancak *Trichoderma reesei* fungal mikroorganizması kullanılarak yürütülen çalışmada ise besin madde içeriği fermantasyondan önemli derecede etkilenmiş ve bu değişimler istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).

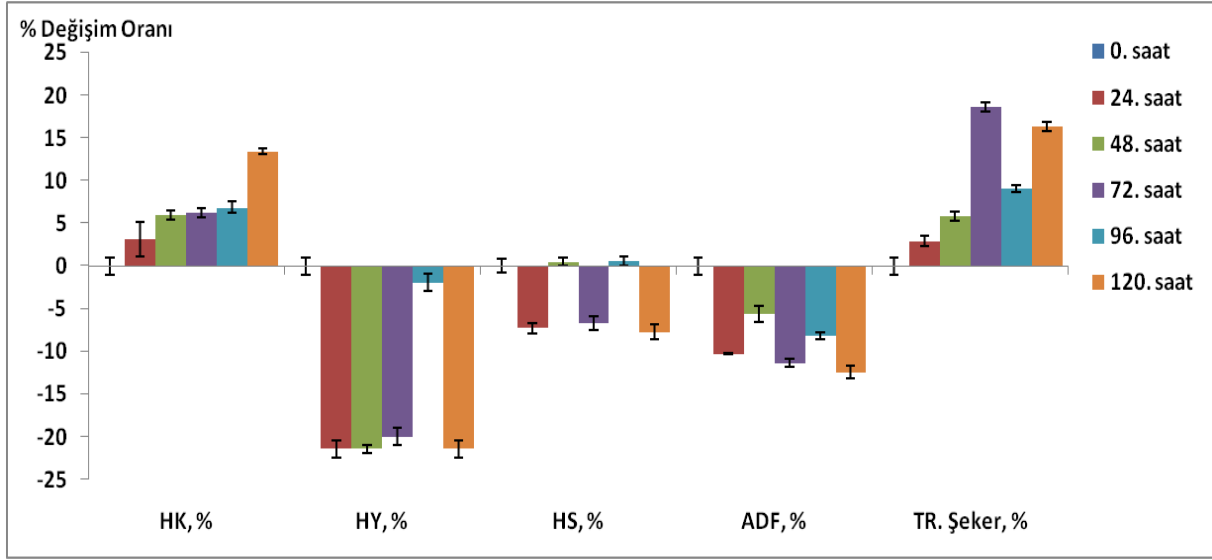
**Tablo2.** Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyonda besin maddede gözlemlenen değişim (Deneme 2)

Besin Madde İçeriği	0. Saat	24. Saat	48. Saat	72. Saat	96. Saat	120. Saat
KM, %	90.84±0.10	91.01±0.30	90.10±0.12	90.21±0.58	90.68±0.43	90.50±0.60
HK, %	6.55±0.17	6.25±0.50	6.80±0.45	6.20±0.85	6.52±0.72	6.50±0.50
HP, %	35.25±0.35	35.00±0.70	35.75±0.85	35.10±0.68	35.40±0.87	35.85±1.15
HY, %	0.28±0.35	0.26±0.39	0.26±0.37	0.29±0.55	0.30±0.55	0.27±0.25
HS, %	25.26±0.81	25.40±0.45	24.85±0.65	25.54±1.01	25.21±0.85	24.98±1.03
ADF, %	34.05±0.27	34.03±1.52	33.85±0.95	33.80±0.78	33.86±0.85	34.05±0.95
NDF, %	52.12±0.43	52.21±0.97	53.11±0.94	52.75±1.04	52.12±0.86	53.05±0.56
TR Şeker, %	13.75±0.16	13.75±0.45	13.87±0.49	12.98±0.45	12.99±0.76	12.88±0.54
ME, kcal/kg	1757	1758	1752	1757	1744	1768

KM: kuru madde, HK: ham kül, HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, TR şeker: toplam redükte şeker, ME: metabolik enerji

Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen denemeden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında (Tablo 2), *Trichoderma reesei* ile fermantasyon denemesinde ATK'nın HP, NDF ve ME değerlerindeki değişimin istatistiksel olarak önemsiz ( $P>0.05$ ) bulunmuştur. ATK'nın HK içeriği ise fermantasyon süresi boyunca artmış ve fermantasyon sonunda %15 oranında artmıştır ( $P<0.05$ ). Benzer şekilde TR şeker içeriği de fermantasyon ile artmıştır, en fazla artış oranı ise fermantasyonun 72. saatinde %18 oranında olmuştur ( $P<0.05$ ). HY ve ADF içeriği ise *Trichoderma reesei* fermantasyonunda önemli derecede azalmıştır ( $P<0.05$ ).

Diğer taraftan HS içeriğinde fermantasyon süresi boyunca sürekli dalgalanma gösterse de fermantasyon sonunda yaklaşık olarak %10 oranında bir azalma olmuştur ( $P<0.05$ ).



**Şekil 2.** ATK'nın fungal fermantasyonu sonucunda besin madde içeriğinde meydana gelen değişim

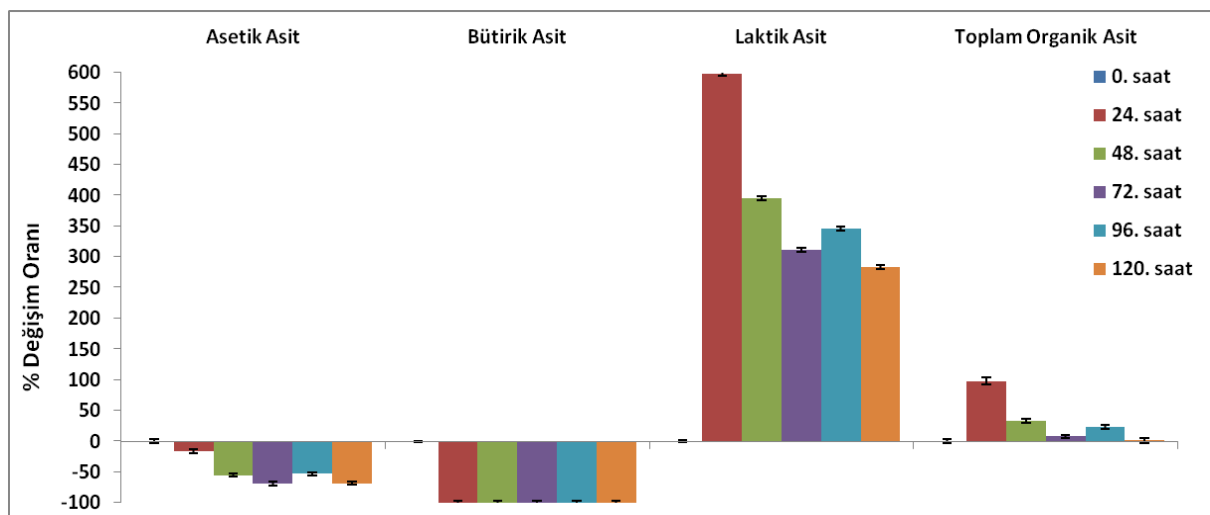
ATK'nın *Trichoderma reesei* ile fermantasyonu sonucunda HK içeriği artmıştır, elde edilen bu sonuç literatürdeki ATK'nın fermantasyonu sonucunda elde edilen HK içeriğindeki değişimle benzerlik göstermektedir (Yaşar vd., 2018). HY içeriğinde ise ortalama olarak %20 oranında bir azalma olmuştur. Ancak önceki çalışmalarda ATK'nın mikrobiyal fermantasyonu sonucunda HY içeriğinin arttığı bildirilmiştir ancak bu çalışmadaki sonuçlarla literatürdeki sonuçlar uyuşmamaktadır (Canella vd., 1985; Azza vd., 2013; Hassaan vd., 2018). ATK'nın HS ve ADF içeriği fermantasyonla birlikte azalmıştır. HS ve ADF içeriğinin fermantasyon sonucunda azaldığına dair literatürde birçok çalışma mevcuttur (Parrado ve Bautista, 1993; Azza vd., 2013; Hassaan vd., 2018; Yaşar vd., 2018). Canella vd. (1985), ATK'nın laktik asit fermantasyonu sonucunda toplam şeker içeriğinin azaldığını bildirmiştir, ama bu çalışmada TR şeker içeriği önemli derecede artmıştır.

ATK'nın mikroorganizma kullanılmadan (Deneme 2) yürütülen fermantasyon çalışmasında organik asitlerde rakamsal bir değişim söz konusu olmuş ancak bu rakamsal değişim istatistiksel olarak önemli ( $P>0.05$ ) değildir (Tablo 3). ATK *Trichoderma reesei* fermantasyonu sonucunda organik asitlerin içeriğinde önemli derecede değişimin olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ) (Şekil 3). Asetik asit içeriği yaklaşık %70 oranında azalmıştır. Bütirik asit içeriği ise %100 oranında azalarak bütirik asit içeriğinin bittiği tespit edilmiştir. Laktik asit içeriği ise çok önemli derecede artış olmuştur, en fazla artış ise fermantasyonun ilk 24 saatinde %598 oranında çok önemli bir artış olmuştur. Toplam organik asit içeriği ise laktik asit içeriğinden dolayı fermantasyonun ilk 24 saatinde artmış ancak bu artış

fermantasyonun ilerleyen saatlerinde asetik asit ve bütirik asit oranlarındaki azalmalardan dolayı azalmıştır.

**Tablo3.** Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyonda organik asit içeriğinde gözlemlenen değişim (Deneme 2)

Organik Asitler	0. Saat	24. Saat	48. Saat	72. Saat	96. Saat	120. Saat
Asetik Asit, %	2,10±0,59	2.12±0.19	2.05±0.30	1.98±0.42	2.21±0.41	2.17±0.39
Bütirik Asit, %	1,17±0,66	1.10±0.10	1.05±0.10	1.00±0.12	1.06±0.21	1.10±0.30
Laktik Asit, %	0,95±1,3	0.91±0.50	0.99±0.40	0.88±0.39	0.93±0.12	0.95±0.36
Toplam Organik Asit Miktarı, %	4,22±1,4	4.13±0.40	4.09±0.30	3.86±0.99	4.20±0.50	4.22±0.50



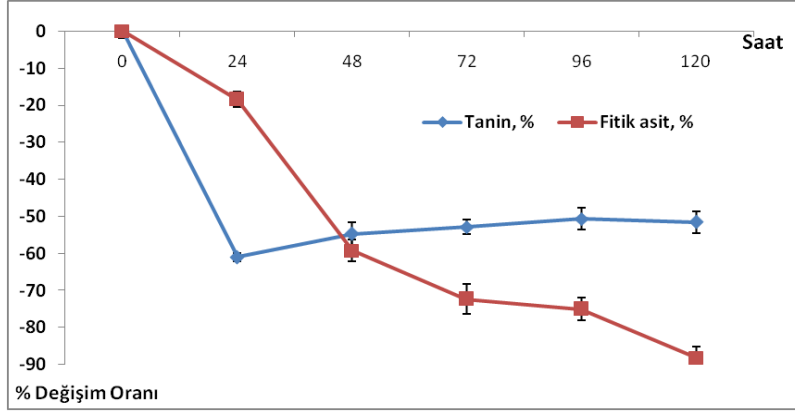
**Şekil 3.** ATK'nın fermantasyon sonucunda organik asitlerde meydana gelen değişim

Fermantasyon sonucunda organik asitlerdeki değişim Yaşar vd. (2018)'in %66 nem içeriğinde yürüttüğü fermantasyon çalışmasında elde ettiği sonuçlara benzerlik göstermektedir.

ATK'nın mikroorganizma kullanılmadan 120 saatlik fermantasyonu sonucunda antibesinsel faktörlerdeki istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) değildir. Diğer taraftan ATK'nın *Trichoderma reesei* ile fermantasyonunda ise antibesinsel faktörlerde istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) değişimler tespit edilmiştir. ATK'nın tanin içeriği fermantasyonla birlikte azalmıştır, en fazla azalma oranı ise fermantasyonun ilk 24 saatinde %61 oranında olmuştur. Diğer taraftan fitik asit içeriği ise fermantasyon süresi boyunca azalarak fermantasyonun 120. Saatinde %88 oranında önemli derecede azalmıştır.

**Tablo 4.** Mikroorganizma kullanılmadan yürütülen fermantasyonda antibesinsel içeriklerdeki değişim (Deneme 2)

Antibesinsel Faktörler	0. Saat	24. Saat	48. Saat	72. Saat	96. Saat	120. Saat
Tanin, %	3.18±0.52	3.32±0.80	3.18±0.71	3.19±0.42	3.14±0.41	3.25±0.75
Fitik Asit, µg/g	0.76±0.15	0.74±0.12	0.94±0.41	0.84±0.55	0.84±0.33	0,78±0.31



Şekil 3. ATK'nın fermantasyon sonucunda antibesinsel bileşiklerde meydana gelen değişim

ATK'nın *Trichoderma reesei* ile fermantasyonu sonucunda tanin ve fitik asit içeriğindeki değişim daha önceki yapılmış çalışmalarda elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir. (Martinez ve Duvnjak, 2007; Azza vd., 2013; Hassaan vd., 2018).

## SONUÇ

*T. reesei* kullanılarak yürütülen fermantasyonda ATK'nın ham selüloz, ADF ve antibesinsel faktör içeriklerinde önemli derecede azalma olduğu, ham kül, TR. şeker ve özellikle organik asit bakımından zenginleştiği, elde edilen bu yeni fermente son ürünün kanatlı hayvan beslemede kullanılma olanağı yüksek olacağı sonucuna varılmıştır.

## Bilgilendirme

Bu araştırma TÜBİTAK VHAG 1001 tarafından desteklenmiştir (Proje No: 124O629).

## KAYNAKÇA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2005) "Official Methods of Analysis". 18th ed., Washington DC, USA.
- Azza A.M., Samia El-Safy F., Eman H.F.A. 2013. Improvement of nutritional quality and antioxidant activities of fermented wastes by *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis* and *Pleurotus salmoneo-stramineus*", Proceedings of 3rd Int. Conference on Biotechnology and its applications in Botany and Microbiology, April 17-18, 2013 Cairo, Egypt.
- Cai T, Chang KC, Lunde H 1996. Physicochemical properties and yields of sunflower protein enzymatic hydrolysates as affected by enzyme and defatted sunflower meal. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 44: 3500–3506, DOI: 10.1021/jf9507396
- Canella M., Rome D.M., Capena A.B., Monterotondo G.S., Grottaferrata G.S. 1985. Fermented sunflower meal and the method for its preparation. United States Patent, 4: 551
- Chemesova I.I., Chizhikov D.V. 2004. Determination of tannin content in rhizomes of *Comarum palustre L.* and its tincture by spectrophotometric method, Rastitel'nye Resursy, 40(3), 122-130.
- Federici F., Montedoro G., Servili M., Petruccioli M. 1988. Pectic enzyme production by *Cryptococcus albidus* var. *albidus* on olive vegetation waters enriched with sunflower calathide meal. Biol Wastes 25:291–301
- Gusakov A.V. 2011. Alternatives to *Trichoderma reesei* in biofuel production. Trends in Biotech., 29(9):419–425.



- Haq I., Ashraf H., Iqbal J., Qadeer M.A., 2003. Production of alpha amylase by *Bacillus licheniformis* using an economical medium. *Bioresour Technol* 87:57–61
- Haq I.U., Mukhtar H. 2004. Biosynthesis of proteases by *Rhizopus oligosporus IHS13* in low-cost medium by solid-state fermentation, *Journal of Basic Microbiology*, 44 280–287.
- Hassaan M.S., Soltan M.A., Mohammady E.Y., Elashry M.A., El-Haroun E.R., Davies S.J. 2018. Growth and physiological responses of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* fed dietary fermented sunflower meal inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* and *Bacillus subtilis*. *Aquaculture*, 495:592–601
- Irfan M., Nadeem M., Syed Q. 2014. One-factor-at-a-time (OFAT) optimization of xylanase production from *Trichoderma viride-IR05* in solid-state fermentation. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7: 317-326.
- Janssen W.M.M.A. 1989. “European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs”. Spelderholt Institute for Poultry Research and Information Services, ISBN 9071463273, 9789071463273, S: 104.
- Karabulut A., Canbolat Ö. 2005. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa Yayın No:2.05.048.0424 Isbn 975-6149-07-8
- Karakoç D.S., 2006. Küflerden kati faz fermantasyon yöntemi ile lipaz üretimi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 70s, İstanbul.
- Kota K., Sridhar P. 1999. Solid State Cultivation of *Streptomyces clavuligerus* for Production of Cephamycin C. *Process Biochemistry*, 34(4):325-328
- Lomascolo A., Uzan-Boukhris E., Sigoillot J., Fine F. 2012. Rapeseed and sunflower meal: a review on biotechnology status and challenges. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 95:1105–1114
- Makela K.N., Singhanian R.R., Sukumaran R.K., Pandey A. 2008. Cellulase Production Under Solid-State Fermentation by *Trichoderma reesei RUT C30*: Statistical Optimization of Process Parameters, *Appl Biochem Biotechnol* (2008) 151:122–131
- Martinez E., Duvnjak Z. 2007. Decrease of the chlorogenic acid content in commercial sunflower meal using a polyphenol oxidase preparation secreted by the white-rot fungus *Trametes versicolor ATCC 42530*. *J Sci Food Agric* 87:2334–2341
- Parrado J., Bautista J. 1993. Protein enrichment of sunflower lignocellulosic fraction by *Trichoderma harzianum S/G2431* in low moisture content media. *Biosci Biotech Biochem* 57:317–318
- Raheja R.K., Kaur C., Singh A., Batia I.S. 1973. New colorimetric method for the quantitative of phospholipids without aid digestion. *Journal of Lipid Research*, 14:695.
- Rajoka M.I., Huma T., Khalid A.M., Latif F. 2005. Kinetics of enhanced substrate consumption and endo- $\beta$ -xylanase production by a mutant derivative of *Humicola lanuginosa* in solid-state fermentation. *World J Microbiol Biotechnol* 21:869–876
- Sangsoponjit S., Suphalucksana W., Srikijsakemwat K. 2017. Effect of feeding sunflower meal on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Chemical Engineering Transactions* Vol. 58, Doi: 10.3303/Cet1758141
- Syahrudin E., Herawaty R., Azhar 2017. Effects of Replacing Soybean Meal with Fermented Leaves and Seeds of the Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) on the Production Performance and Carcass Cholesterol Levels of Pitalah Ducks. *Int. J. Poult. Sci.*, 17 (1): 34-39.
- Weber J., Agblevor F.A. 2005. Microbubble fermentation of *Trichoderma reesei* for cellulase production. *Process Biochemistry* 40: 669–676.
- Yaşar S, Uysal C, Tosun R 2018. Nutritional Fortification of Sunflower Meal by *Bacillus Subtilis ATCC PTA-6737* Fermentation, *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, Cilt 75;2.

## TÜKETİCİLERİN İÇME SÜTÜ SATIN ALMA MODELLERİ ETKİLEYEN HEDONİK KALİTE NİTELİKLERİ: TRA1 BÖLGESİ ÖRNEĞİ

**Prof. Dr. Yavuz TOPCU**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye

### ÖZET

Son yıllarda perakende düzeyinde içme sütü için uygulanan yeni düzenlemeler, tüketicilerin satın alma modellerinde önemli değişikliklere neden olmuştur. Özellikle temel fayda sağlayan duysal kalite nitelikleri kadar tüketicilerin sosyoekonomik özellikleri ve pazarlama karması bileşenleri arasındaki ilişkiye dayalı hedonik kalite nitelikleri de büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden, içme sütünün hedonik kalite niteliklerinin tüketicilerin satın alma modellerini nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla bu çalışma planlanmıştır. Çalışmadan elde edilen birincil veriler, TRA1 bölgesinde içme sütü tüketen 765 hane halkından elde edilmiştir. İçme sütü tüketim modelleri üzerinde etkili ana faktörleri belirlemek için *Temel Bileşenler Analizi*, tüketicilerin tüketim sıklıklarına göre tüketim segmentlerini belirlemek için de *Kümeleme Analizi* kullanılmıştır. Araştırma sonuçları; yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketen tüketicilerin sırasıyla içme sütü kaynağı ile bağlantılı çiğ içme sütünün besleyiciliği, içme sütünün hijyen ve gıda güvenliğini temel alan besleyicilik motivasyonu altında ürün farklılaştırmasının iletişim karmasıyla piyasa yayılımının temin edilerek kırsal kalkınmaya katkı ve arz zincirinde gıda güvenliği, hijyen ve güvene dayalı sağlık motivasyonu güdüsüyle marka imajının temin edilmesi üzerine odaklanmış olduklarını göstermiştir. Bu yüzden, yoğun düzeyde içme sütü tüketen kullanıcılar için işlem görmemiş taze çiğ sütün temel fayda sağlayacak şekilde sunumu, fakat ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketen kullanıcılar için ısıl işlem görmüş marka imajları ile sağlık motivasyonu memnuniyeti altında gerçek mamul imajlı sütlerin perakende düzeyinde konumlandırılması, tüketicilerin tüketim memnuniyetini önemli ölçüde artırabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Hedonik kalite, İçme sütü, Kümeleme Analizi, Temel Bileşenler Analizi, TRA1 Bölgesi

### HEDONIC QUALITY ATTRIBUTES AFFECTING CONSUMERS' PURCHASE PATTERNS TOWARD DRINKING MILK: CASE OF TRA1 REGION

#### ABSTRACT

New regulations applied for drinking milk at retail level have caused significant changes on consumers' purchase patterns in recent years. In particular, hedonic quality attributes based on the relationships among consumers' socioeconomic characteristics and marketing mix components as well as the sensory quality attributes providing core benefits are of great importance. This study was planned to determine, therefore, how the hedonic quality attributes of drinking milk affected their purchase patterns. Data collected from the study were obtained from 765 households consuming drinking milk in TRA1 Region. *Principal Component Analysis* to determine the main factors impacting on drinking milk consumption

patterns, and *K-means Cluster Analysis* to establish homogeneous consumer segments according to their consumption frequencies were used. The result of the study indicated that drinking milk users at heavy, medium and light levels focused on feeding of raw drinking milk associated with drinking milk sources, contribution to rural development by providing market penetration via the communication mixes of the product differentiation under nutritional motivation based on hygiene and food safety of drinking milk, and ensuring brand images with health motivation incentivize related to confidence, food safety, hygiene at supply chain, respectively. Presentation to provide core benefit of unprocessed fresh raw drinking milk for the heavy users, but positioning of drinking milk with actual product image under healthy motivation satisfaction provided by heat-treated brand images at retail level for the medium and light users could significantly increase their consumption satisfaction.

**Keywords:** Hedonic quality, Drinking milk, Cluster analysis, Principal Component Analysis, TRAI Region

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda ülkemizde içme sütleri için perakende düzeylerinde uygulanan yeni yasal düzenlemeler ve piyasalarda yaşanan sosyoekonomik değişimler, tüketicilerin satın alma modelleri üzerinde önemli ölçüde değişikliklere yol açmıştır. Özellikle içme sütlerinin tüketici memnuniyeti üzerinde etkili olan ve temel fayda sağlayan duysal kalite nitelikleri kadar tüketicilerin sosyoekonomik ve kişisel özellikleri, pazarlama karması bileşenleri ile pazarlama çevreleri arasındaki ilişkiye dayalı hedonik kalite nitelikleri de büyük önem arz etmektedir. Bu çevrelerin etkisi altında içme sütlerinin piyasa başarısı ile tüketicilerin satın alma modelleri üzerinde etkili olan hedonik kalite nitelikleri arasında çok güçlü ilişkiler mevcuttur. Bu durum, tüketicilerin içme sütlerinin içsel ve dışsal nitelikleri ile duygusal kalite algılarını kapsamlı bir şekilde anlayabilmelerini gerekli kılmaktadır.

Duyusal kalite nitelikleri, tüketicilerin içme sütlerinin öz niteliklerinin daha önce tecrübe edilmiş olması olgularına dayalı olarak ünün genel kabulü altında yatan temel özelliklerden biridir. Fakat tüketicilerin algısı sadece duyusal kalite niteliklerine bağlı değildir. Çünkü tüketicilerin içme sütü algısı ve seçimi üzerinde gerçek mamul imajlarını (paket, marka, fiyat, ürün bilgisi, işleme ve üretim teknikleri, bölge orijini, kullanım kalitesi) kapsayan dışsal ürün nitelikleri de (duygusal yaklaşımlar), anahtar rol oynamaktadır (Andrede et al., 2018). Özellikle ürün paketleri üzerinde verilen bilgiler, dışsal ürün nitelikleri olarak tüketicilerin satın alma davranışlarını etkileyen en önemli kalite ipuçlarıdır ve bunlar tüketicilerin gıda ürünleri satın alması üzerinde motive edici faktörlerin dizaynı için bir fırsatı da beraberinde getirmektedir.

Bütün bu gelişmeler altında piyasada gıda ürünleri ile iletişime geçildiğinde tüketicilerin dışsal (işleme ve üretim teknikleri, gıda güvenliği, bölge orijini, marka, fiyat gibi bilgiler) ve içsel (duygusal kalite nitelikleri) ürün nitelikleri arasındaki tutarlığı algılamaları yanında duygusal davranış modellerine göre ödeme istekliliği kabulleri, tüketim memnuniyeti

bakımından büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden tüketicilerin temel fayda yaklaşımından ziyade dışsal ürün niteliklerine göre duygusal boyutta memnuniyet sağlayacak faktörlere göre satın alma modellerini şekillendirmeleri, hedonik (hazcı) tüketim yaklaşımları ile tanımlanmaktadır (Tanrısevdi ve Baran, 2017; Hassenzahl, 2001). Dolayısıyla hazcı tüketim yaklaşımı altında hedonik kalite nitelikleri, bir mamulün duygusal niteliklerinden ziyade gerçek mamul imajlarının dışsal kalite niteliklerine dayalı olarak yenilik/değişim, eğlence, prestij, estetik, sosyalleşme gibi duygusal tüketici davranışlarına cevap verebilen kalite boyutları olarak ifade edilmektedir (Afşar et al., 2017; Demirgüneş, 2016).

Tüketiciler perakende düzeyinde satın alma kararı ve tüketim tercih önceliklerini etkileyen ürünler ile ilgili dışsal nitelikler (fiyat, bölge orijini, üretim ve işleme teknikleri, marka, etiket, paketleme, ambalajlama, ürün imajı gibi) (Topcu and Dağdemir, 2017; Grunert et al., 2015; Topcu, 2015; Topcu et al., 2015; Furnols et al., 2011); pazarlama karması bileşenleri ve perakendecilerin özellikleri (mamul karması, fiyatlama, tutundurma karması, dağıtım karması ve ulaşılabilirlik, perakendeciye ulaşım, mağaza içi atmosfer, mamul çeşitliliği ve hattı, sunum, satış ve kolaylaştırıcı hizmetler) (Asioli et al., 2017; Tanrısevdi ve Baran, 2017; Troy and Kerry, 2010) ve tüketicilerin sosyoekonomik ve kişisel karakteristikleri (ekonomik, sosyal, kültürel, demografik ve psikolojik özellikler) (Denver and Jensen, 2014; Michaelidou and Hassan, 2010) değişkenleri hedonik kalite niteliklerini oluşturmakta ve tüketicilerin daha çok duygusal/hazcı tüketime yönelmelerine neden olmaktadır.

Tüketicilerin hedonik tüketim modellerinde fizyolojik ihtiyaç güdülerinin tatmininde pozitif motivasyona neden olan gıda ürünlerinden süt ve süt ürünlerinin içerdiği temel besin maddeleri ve besleyicilik nitelikleri (Şeker et al., 2012; Huth et al., 2006), biyolojik varlıkların hayati fonksiyonlarının yerine getirilmesinde önemli görevler icra etmektedir (Taşhan ve Bilgi, 2013).

Hedonik tüketim motivasyon kaynakları kapsamında, Türkiye ve dünyada kitlesel olarak içme sütü tüketen tüketicilerin duygusal tercihleri ve ödeme isteklilikleri birbirinden oldukça farklılık arz etmektedir (Grunert and Aachmann, 2016; Chamorro et al., 2014; Hassan et al., 2011). Özellikle üretim ve işleme teknikleri bakımından işlenmemiş çiğ sütlerin memnuniyetsizliklere neden olacağı için pastörize veya UHT sütlerin tüketilmesi gerektiği (Bayrakçı, 2012; Kirevetözen, 2012), fakat ısıtma işlem görmüş sütlerin de besin değeri zincirinin zarar gördüğü iddialarına dayalı olarak tüketilmesinin beklenen faydayı düşürdüğü rapor edilmiştir (Bianchi et al., 2013).

Diğer taraftan hedonik tüketim yaklaşımında gerçek ürün imajı altında bölge orijini, marka, etiket, ambalaj, kalite ve üretim modelleri ile fiyat arasında doğrusal pozitif bir korelasyonun mevcut olduğu rapor edilmiştir (Asioli et al., 2017; Grunert et al., 2015; Topcu, 2015; Furnols et al., 2011; Troy and Kerry, 2010; Schnettler et al., 2008). Benzer şekilde hazcı tüketim yönelimlerinde tutundurma karması ve tüketicilerin sosyoekonomik çevreleri arasında da çok

sıkı bir ilişkidenden bahsedilmiştir (Andrade et al., 2018; Afşar et al., 2017; Tanrısevdi ve Baran, 2017; Demirgüneş, 2016).

İçme sütünün hedonik tüketim memnuniyetinin temel konusu olan süt ve süt ürünleri (FAOSTAT, 2017), Türkiye’de imalat sanayi üretim değerinin %15’ine tekabül etmekte olup, içme sütünün %40’ı herhangi bir işleme tabi tutulmadan çiğ süt ve %60’ı da ambalajlı işlenmiş süt olarak tüketiciye ulaştırılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise üretilen sütün %0,5’i çiğ süt ve %99,5’i ısıl işlem göerek modern işletmelerde işlenmiş ambalajlı süt olarak tüketiciye arz edilmektedir (Özel, 2008).

Dünya’da toplam süt üretimi 2017 yılında 653 milyon ton düzeyinde olup, süt üretiminde AB-28 (157 milyon ton), ABD (97,7 milyon ton), Hindistan (83,6 milyon ton), Brezilya (33,5 milyon ton), Rusya (30,9 milyon ton), Çin (30,4 milyon ton), Yeni Zelanda (21,4 milyon ton) ve Türkiye (18,8 milyon ton) lider ülkeler konumundadır. Türkiye 18,8 milyon ton süt üretimiyle dünya sıralamasında 8. sırada yer alırken, toplam üretilen sütün %91’i sığırdan temin edilmektedir (ASUD, 2019; FAOSTAT, 2019; WDS, 2017). Yaklaşık 7,5 milyar nüfusa sahip olan dünyada, kişi başına ortalama süt ve süt ürünleri tüketim miktarı 111,3 kg olup, gelişmiş ülkelerde 180-575 kg, gelişmekte olan ülkelerde 75 kg ve Türkiye’de ise 236 kg’dır. Özellikle Rusya (180 litre), Ukrayna (123 litre), Avustralya (113 litre), Yeni Zelanda (108 litre), ABD (82 litre), Kanada (82 litre), AB-27 (61 litre) kişi başına içme sütü tüketiminde ilk sıralarda yer almaktadır (WDS, 2017). Fakat Türkiye ve araştırma bölgesinde kişi başına içme sütü tüketimi 18 ve 2,5 litre olup, dünyada lider ülkelerle karşılaştırıldığında süt ve süt ürünlerinde ılımlı, fakat içme sütü tüketiminde oldukça düşük tüketim trendine sahibiz.

Özellikle araştırmanın yürütüldüğü bölgenin agro-ekolojik yapısı ve doğal kaynakların daha az deforme olduğu üretim modelleri altında içme sütü kalitesinin daha yüksek olmasına rağmen, bölgede kişi başına içme sütü tüketiminin düşük düzeylerde seyretmesinin temel argümanları içerisinde hedonik tüketim modellerine uygun içme sütlerinin tasarlanamaması ve perakende düzeyinde konumlandırılmaması gelmektedir. Dolayısıyla bölgedeki tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerine uygun içme sütü profillerinin belirlenebilmesi, hedef kitlelerin satın alma modellerinin analizi ile mümkün olabilir. Bu nedenlerle, araştırma bölgesinde tüketicilerin içme sütü tüketim ve satın alma kararları üzerinde etkili olan hedonik kalite niteliklerinin belirlenmesi ve homojen tüketici kitleleri bazında tüketim memnuniyetine yönelik pazarlama stratejilerinin oluşturulabilmesi amacıyla bu çalışma planlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOTLAR

### 2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini, TRA1 Bölgesi'nde (Erzurum, Erzincan ve Bayburt) ikamet eden ve içme sütü tüketen hane halklarından temin edilen anket verileri oluşturmaktadır. İkincil veriler ise, çeşitli kurum ve kuruluşların verileri ile yerli ve yabancı bilimsel çalışma, rapor, dergi ve çeşitli yayınlardan temin edilen araştırma bulgu ve sonuçlarından sağlanmıştır.

### 2.2. Metotlar

#### 2.2.1. Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde uygulanan metot

TRA1 Bölgesi'nde içme sütü tüketen hane halklarının örnekleme katılımını sağlamak amacıyla şehirler, doğu-batı ve kuzey-güney yönlerini kapsayan şekilde alt bölgelere bölünmüş ve her bir bölgedeki hane halkları toplam popülasyonlarındaki oranlarına göre mekanik sıralama yöntemiyle tesadüfi olarak seçilmiş ve örneklem büyüklüğü belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde ön anket çalışması ile içme sütü tüketen ve tüketmeyen hane halklarının oranları belirlenerek, örnek kitle büyüklüğü aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır (Topcu, 2015).

$$n = \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{c^2}$$

n: Örnek büyüklüğü

Z: Z değeri, (%95 güven aralığında 1,96)

p: içme sütü tüketim oranları sırasıyla (Erzurum, Erzincan ve Bayburt için %75, %80 ve %85)

c: Hata terimi, (0,05 = ±5)

Yukarıdaki eşitlikte tüketicilerin içme sütü kullanım oranları dikkate alınarak, örnek kitle büyüklüğü Erzurum, Erzincan ve Bayburt illerinde sırasıyla 302, 258 ve 205 hane halkı dikkate alınarak toplamda TRA1 bölgesinde 765 anket sayısı hesaplanmıştır.

#### 2.2.2. Anket formlarının hazırlanmasında uygulanan metot

Araştırma bölgesinde içme sütü tüketen hane halklarının satın alma tutum ve davranışları belirleyen dışsal ürün niteliklerinden hedonik kalite nitelikleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Ankete katılan tüketicilerin 5'li Liker Ölçeği ile belirlenecek skalada; 1: hiç önemli değil ve 5: çok önemli olmak üzere önem derecesi artan her bir ifadeyi işaretlemeleri istenmiştir.

Tüketici pazarları ve tüketicilerin satın alma tutum ve davranışlarını belirleyen 43 hedonik kalite niteliklerinin 9 tanesi yöresel potansiyelin kullanımı ve kalkınma odaklı, 4 tanesi içme sütünün bölge orijini ve temin kaynakları, 6 tanesi içme sütünün öz nitelikleri, 6 tanesi kısa arz zincirinde güven ve hijyen, 9 tanesi içme sütünün sağlık motivasyonu, 9 tanesi ürün imajı ve fiyatlamaya dayalı pazarlama karması değişkenleri ile ilgilidir. Diğer taraftan hedef

tüketici piyasalarının bölümlendirilmesinde ürünün kullanım frekansları olarak yoğun (haftada en 4-5 gün), ılımlı (haftada en az 2-3 gün) ve düşük düzeyde (15 günde en az 4-5 gün) içme sütü tüketenler olarak, üç hedef piyasa bölümü dikkate alınmıştır (Kotler and Armstrong, 2004).

### 2.2.3. Verilerin istatistiksel analizinde uygulanan metotlar

İstatistikî analizin ilk aşamasında, elde edilen birincil verilerden tüketicilerin içme sütü tüketiminde tüketicilerin satın alma modelleri üzerinde etkili olan tutum ve davranışlarla ilgili 43 değişken arasındaki ilişkileri analiz eden ve bunları ilişki düzeylerine göre bağımsız ana gruplara ayıran yapısal eşitlik modellerinden *Principal Component Analiz (PCA)* kullanılmıştır. *PCA*, birbiriyle ilişkili çok sayıdaki değişkeni az sayıda, anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren ve sosyal davranışlarla ilgili araştırmalarda yaygın olarak kullanılan çok değişkenli istatistik tekniklerinden biridir.

Ana faktörlerin elde edilmesinde, en yaygın olarak kullanılan *PCA*'de, faktörlerin isimlendirilebilmesi ve yorumlanabilmesi için uygulanan *Orthogonal Rotasyon* çözümünde *Varimax* metodu kullanılmıştır (SPSS 20.0, 2013). *PCA*; veri setinin faktör analizi için uygunluğunun değerlendirilmesi, faktörlerin elde edilmesi, faktörlerin rotasyonu ve faktörlerin isimlendirilmesi şeklinde gerçekleştirilen dört aşamadan meydana gelir (Topcu et al., 2015).

Veri setinin *PCA* için uygunluğunun değerlendirilmesinde, *Bartlett testi* ve *Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)* oranı dikkate alınmıştır. *Bartlett testi*, korelasyon matrisinde değişkenlerin en azından bir kısmı arasında yüksek oranlı korelasyonlar olduğu ihtimalini test eder. *KMO örnek yeterliliğinin ölçütü*, gözlenen korelasyon katsayısının büyüklüğü ile kısmi korelasyon katsayılarının büyüklüğünü karşılaştıran bir indekstir ve bu oranın 0.50'den büyük olması gerekir. Ana faktörlerin anlamlılığı hakkında önemli bilgiler sunan *Eigenvalues (özdeğer) istatistiği ve toplam ve açıklanan varyans yüzdeleri* de kullanılmaktadır. *Eigenvalues* istatistik değerinin 1'den büyük olması durumunda faktörler anlamlı olarak kabul edilir ve 1'den küçük olan değerlere sahip faktörler dikkate alınmaz.

Analizin ikinci aşamasında, *PCA* sonuçlarına göre elde edilmiş temel tüketici tercih faktörlerinin yüksek, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketim sıklıklarına göre oluşturulmuş üç homojen hedef tüketici kitlelerinde nasıl bir dağılım sergilediklerini test etmek ve bu homojen tüketici segmentlerine göre stratejiler geliştirmede *K-means Cluster* analizi kullanılmıştır. *PCA analizi* ile ürün nitelikleri, tüketicilerin satın alma tutum ve davranışlarını belirleyen 11 ana faktör, kümeleme analizi ile homojenleştirilmiş üç kümeye dağıtılmıştır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### 3.1. İçme sütü tüketim tercihlerinde hedonik kalite niteliklerinin PCA sonuçları

Tüketicilerin içme sütü satın alma ve tüketim tercihlerine yönelik tutum ve davranışlarını ifade eden gözlem ve kısmi korelasyon katsayılarını karşılaştıran *KMO* örnek yeterlilik ölçüt indeksi, 0.87'dür. Diğer taraftan tüketicilerin tutum ve davranışlarıyla ilgili ana faktörlerin *Bartlett's test of Sphericity* istatistiği için hesaplanan *ki-kare değeri*; 13.231 ( $p:0.000$ ) olarak hesaplanmış ve birim matris hipotezleri reddedilmiştir ( $p<0.01$ ). Örnek kitle veri setini değerlendiren bu iki istatistik, içme sütü tüketiminde etkili faktörler ile ilgili veri setinin *PCA* için çok iyi bir düzeyde olduğunu göstermektedir. Tüketicilerin içme sütü tüketiminde etkili 43 hedonik kalite niteliklerinin 1'den büyük *Eigen-values* değerleri dikkate alan *PCA*, bu değişkenleri 11 ana faktöre indirgemiş ve toplam varyansın yaklaşık %63'ünü açıklamıştır (Çizelge 1).

Tüketicilerin içme sütü tüketim tercihleri ve satın alma kararları üzerinde etkili olan hedonik kalite niteliklerinin %13'ünü açıklayan ilk faktör; potansiyel lokal kırsal kaynakların tam istihdamda etkin kullanımları üzerine odaklanmış ***kırsal kalkınmaya katkı sağlamak*** şeklinde adlandırılabilir. Benzer şekilde toplam varyansın %6,4'ünü açıklayan ikinci faktör, içme sütünün imajı ve bölge orijinleri arasındaki ilişkiye dayalı olarak kalite ve fiyat farkındalığının ***iletişim karması*** yoluyla dışsal uyarıcılar üzerinden hedef kitlelere sunulması temeline dayanır.

Diğer taraftan içme sütünün hedonik kalite niteliklerinin ana belirleyicilerinden imalatçı ve yerel marka ile özel etiketli (perakende markalı) ürün derinliklerini tanımlayan ***marka imajı*** faktörü, toplam varyansın %6'sını açıklamış ve üçüncü faktör olarak dikkate alınmıştır. İçme sütünün perakende düzeyindeki marka imajları için tüketim memnuniyeti ve güvenirliliği üzerinde önemli katkılar sunan dördüncü faktör ***kısa arz zincirinde hijyen*** (temin kaynağı hayvanların beslenmesi ve bakımı ile sağımı sürecinde ve ham sütün işlenmesi aşamalarındaki hijyen) ve yedinci faktör ***kısa arz zincirinde fonksiyon icra eden aktörlere güven*** (üretimde çiftçiye, işlemede imalatçıya ve satışta perakendeciye), hedonik kalite üzerinde kısmi olarak %5,5 ve %5,3'lük, toplamda ise %11'lik açıklayıcı etkiye sahiptirler.

Tüketicilerin içme sütü tercihleri üzerinde etkili olan hedonik kalite niteliklerinden beşinci faktör, %5,4'lük açıklama nispetiyle ***pozitif sağlık motivasyonu*** adı altında fiziksel ve zihinsel gelişim ile uyku düzeni üzerindeki pozitif etkilerini kapsamaktadır. Benzer şekilde içme sütünün besin ve enerji değeri ile günlük diyetlerdeki dengeleyici rolü ve sindirim üzerindeki etkilerini kapsayan tutum ve kişilik psikolojisi altında ***besleyicilik*** faktörü, sekizinci faktör olarak %4,8'lik açıklama oranına sahiptir.



**Cizelge 1.** Tüketicilerin içme sütü tüketim tercihi ile ilgili hedonik kalite nitelikleri ve PCA sonuçları

Faktör yorumları ve değişkenler	Faktör ve değişken yükleri*										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11
<b>KIRSAL KALKINMAYA KATKI SAĞLAMAK</b>											
Tarımsal faaliyetlerin sürdürülmesine katkı sağlamak	<b>0,836</b>	0,099	0,021	0,096	0,039	0,055	0,024	0,052	-0,005	0,012	0,044
Bölge kaynaklarının etkin kullanılmasına katkı vermek	<b>0,828</b>	0,111	0,035	0,104	-0,017	-0,001	0,015	0,015	0,014	-0,005	0,044
Kırsal ve bölgesel istihdama katkı sağlamak	<b>0,807</b>	0,100	0,060	0,078	0,097	0,014	0,042	0,021	0,027	0,012	0,036
Kırsal ve bölgesel göçün engellememesine katkı sağlamak	<b>0,782</b>	0,043	0,049	0,024	0,011	0,110	0,083	0,067	0,001	0,017	-0,047
İşletmelerin kaynaklarını etkin kullanmalarına katkı vermek	<b>0,725</b>	0,069	0,008	0,095	0,016	0,151	0,102	0,070	0,006	0,063	0,011
Kırsal kalkınmaya katkı sağlamak	<b>0,700</b>	0,006	0,013	-0,168	0,015	-0,016	0,039	0,131	0,206	0,095	0,290
Gen kaynakların korunmasına olanak sağlamak	<b>0,678</b>	0,121	0,077	0,144	0,160	0,079	0,081	0,032	-0,008	0,046	-0,071
Arz stabilizesinin devamlılık arz etmesine olanak sağlamak	<b>0,624</b>	0,082	0,227	0,010	0,107	0,135	-0,013	0,036	0,096	0,110	-0,035
Bölge ekonomisine katkı vermek	<b>0,610</b>	0,009	0,002	-0,150	0,035	-0,068	0,029	0,159	0,203	0,052	0,361
<b>İLETİŞİM KARMASININ ETKİSİ</b>											
İçme sütü fiyatları	0,128	<b>0,763</b>	0,057	-0,004	0,127	0,130	0,009	0,066	0,073	-0,142	0,017
Reklamların etkisi	0,158	<b>0,642</b>	0,359	-0,012	0,012	0,185	0,005	0,121	0,031	0,054	0,093
İçme sütü kalitesi ile fiyatı arasındaki ilişki	0,118	<b>0,600</b>	0,212	0,198	0,175	-0,052	0,171	-0,090	0,009	0,122	-0,054
Ambalaj şekli ve materyali	0,085	<b>0,582</b>	0,292	0,136	0,151	-0,060	0,092	-0,066	0,110	0,281	-0,131
Promosyon karması	0,169	<b>0,485</b>	0,189	-0,144	-0,068	0,224	0,091	0,197	0,055	0,291	0,219
İçme sütünün bölge orijini	0,196	<b>0,450</b>	-0,051	0,060	-0,238	0,146	0,054	0,227	0,295	-0,174	0,038
<b>MARKA İMAJI</b>											
Perakende markalı olması	0,082	0,236	<b>0,807</b>	0,085	0,067	0,125	0,050	0,095	-0,016	0,041	0,036
Yerel markalı olması	0,169	0,089	<b>0,740</b>	0,038	0,125	0,078	0,048	0,087	0,069	0,033	0,212
İmalatçı markalı olması	0,041	0,324	<b>0,720</b>	0,123	0,041	0,022	0,122	-0,008	0,049	0,139	-0,111
<b>KISA ARZ ZİNCİRİNDE HİJYEN</b>											
İçme sütünün sağım ortamında hijyen	0,103	0,083	-0,001	<b>0,746</b>	0,115	-0,087	0,137	0,057	0,130	0,138	0,075
Damızlıkların bakım ve besleme ortamında hijyen	0,081	0,036	0,172	<b>0,722</b>	0,009	-0,038	0,129	0,183	0,234	-0,042	0,119
Çiğ sütün işlenmesinde hijyen	0,092	0,030	0,100	<b>0,635</b>	0,044	0,000	0,126	0,075	0,417	0,008	-0,076
<b>POZİTİF SAĞLIK MOTİVASYONU</b>											
İçme sütünün zihinsel gelişme üzerindeki pozitif etkisi	0,118	0,074	0,074	0,033	<b>0,815</b>	-0,017	-0,010	0,158	0,093	0,067	0,011
İçme sütünün fiziksel gelişme üzerindeki pozitif etkisi	0,127	0,043	0,062	0,027	<b>0,815</b>	-0,084	0,015	0,194	0,107	0,058	0,073
İçme sütünün uyku düzeni üzerindeki pozitif etkisi	0,029	0,246	0,144	0,129	<b>0,482</b>	0,156	0,039	0,326	0,005	0,106	0,135
<b>ÇİĞ SÜT TEMİN KAYNAKLARI</b>											
Keçi sütü temini	0,152	0,076	0,094	-0,026	0,087	<b>0,853</b>	0,088	0,031	-0,031	-0,027	0,090
Koyun sütü temini	0,131	0,060	0,010	0,011	-0,036	<b>0,839</b>	0,116	0,037	-0,059	0,030	0,085
İnek veya manda sütü temini	-0,002	0,103	-0,038	0,172	0,266	<b>0,524</b>	0,240	-0,100	-0,060	0,097	-0,272

**KISA ARZ ZİNCİRİNE GÜVEN**

Süt işlemede imalatçıya güven	0,038	0,088	0,083	0,120	-0,021	0,020	<b>0,798</b>	0,068	0,114	0,028	0,153
Satışta perakendeciye güven	0,110	0,148	0,216	-0,022	0,012	0,170	<b>0,695</b>	0,123	0,108	0,060	-0,087
Süt üretiminde çiftçiye güven	0,176	-0,046	-0,029	0,171	-0,037	-0,064	<b>0,684</b>	0,069	0,087	0,137	0,259

**BESLEYİCİLİK**

Sütün sindirim üzerindeki etkileri	0,179	0,036	0,049	0,076	0,200	0,089	0,095	<b>0,747</b>	-0,048	0,056	-0,086
Sütün enerji kaynağı niteliği	0,058	0,046	0,027	0,101	0,220	0,052	0,056	<b>0,714</b>	0,079	0,072	0,025
Sütün besin değeri	0,117	0,319	0,066	0,215	0,086	0,245	-0,050	<b>0,469</b>	-0,137	0,366	0,077
Sütün günlük diyetlerde dengeleyici rolü	0,076	0,089	-0,141	0,420	0,143	0,003	-0,116	<b>0,584</b>	0,098	0,174	0,061

**GIDA GÜVENLİĞİ VE KALİTE**

Süt kalite düzeyi	0,075	0,062	0,055	0,267	0,095	-0,061	0,102	-0,018	<b>0,758</b>	0,115	0,006
Sütün gıda güvenliği	0,089	0,134	-0,009	0,252	0,234	-0,021	0,132	-0,097	<b>0,647</b>	0,159	-0,011
Sütün ısıtma işlem görmesi	0,159	0,123	0,218	0,322	-0,107	0,204	0,070	0,253	<b>0,594</b>	0,021	0,055
İçme sütünün raf ömrü	0,091	0,214	0,206	-0,152	-0,157	0,164	-0,032	0,169	<b>0,490</b>	0,078	-0,033

**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ SÜTÜN FARKLILAŞTIRILMASI**

Pastörize süt	0,113	-0,042	0,171	0,001	0,056	-0,050	0,332	0,109	0,113	<b>0,615</b>	-0,030
UHT süt	0,088	0,052	0,409	-0,068	0,160	0,099	0,162	-0,075	0,199	<b>0,602</b>	-0,125
Çeşitli suni aromalar içermesi	0,175	0,062	0,065	-0,033	0,015	0,059	0,158	-0,174	0,090	<b>0,490</b>	-0,102
Satış noktası	0,132	0,270	0,245	-0,001	-0,054	0,139	0,166	0,026	0,086	<b>0,404</b>	0,371

**ÇİĞ (HAM) SÜT**

Isıl işlem görmemiş çiğ (ham) süt	0,163	0,012	0,064	0,212	0,142	0,188	0,135	-0,135	-0,062	-0,038	<b>0,707</b>
<i>Eigenvalues</i>	<b>5,399</b>	<b>2,762</b>	<b>2,612</b>	<b>2,354</b>	<b>2,338</b>	<b>2,321</b>	<b>2,291</b>	<b>2,057</b>	<b>1,876</b>	<b>1,670</b>	<b>1,287</b>
<i>Açıklanan varyansların payı (%)</i>	12,556	6,422	6,074	5,474	5,437	5,399	5,328	4,783	4,363	3,884	2,993
<i>Varyansların kümülatif payı (%)</i>	12,556	18,978	25,052	30,526	35,963	41,362	46,690	51,473	55,836	59,720	62,713

*KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) istatistiği*

0.871

*Bartlett's test of Sphericity*

[Chi-square ( $\chi^2_{df}$ ): 13.230, 505] (p:0.000)

\*Koyu renkler, temel faktörleri oluşturan değişkenlerin yüksek yük skorlarını ifade etmektedir.

Tüketicilerin içme sütü satın alma modelleri ve tüketim tercihleri üzerinde etkili olan keçi, koyun, inek ve manda gibi damızlık hayvanlardan sağlanan içme süt çeşitlerini tanımlayan **çiğ süt temin kaynakları** faktörü, sütlerin ısıtma işlem görmüş ya da görmemiş içme sütü çeşitliliği sağlayarak mamul farklılaştırılmasına da olanak sağlar. Bu altıncı faktör, diğer faktörler için temel fayda sağlayan ürün öz niteliklerini teşekkül ettirmekte ve onlarla sıkı bir işbirliğine de sahiptir.

Isıtma işlem görmüş içme sütünün çeşitli aromalarla muamelesi sonucunda pastörize ve UHT içme sütü mamul derinliğinde farklılaştırılarak perakende satış noktalarında satışa sunulmasını temsil eden onuncu faktör **ısıtma işlem görmüş sütün farklılaştırılması**; aynı zamanda uygunluk kalitesi, gıda güvenliği ve raf ömrüne dayalı **gıda güvenliği ve kalite** faktörüyle de bütünleşmiştir.

Tüketicilerin satın alma modelleri ve tüketim tercihleri üzerinde etkili olan hedonik kalite niteliklerinden **çiğ süt**, ısıtma işlem görmemiş ve temel fayda odaklı ürün öz niteliklerini vurgulayan sonuncu faktördür. Çiğ sütün her hangi bir ısıtma işlemle muamele edilmeden perakende düzeyinde gıda kodeksine göre satışa arz edilmesi, tüketim tercihleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir.

### 3.2. İçme sütü tüketimde hedonik kalite niteliklerinin kümeleme analizi sonuçları

**Yoğun düzeyde içme sütü tüketen tüketiciler**; arz kaynaklarından temin edilen ve ısıtma işlemle muamele edilmeyen çiğ içme sütlerinin öz niteliklerine dayalı temel fayda güdüsü ve kişilik psikolojisi altında besleyicilik üzerine odaklanmıştır (Çizelge 2). Bu yüzden hedef tüketicilerin içme sütü tüketim memnuniyetleri üzerinde etkili olan ısıtma işlem görmemiş çiğ sütlerin arz temin kaynaklarına göre farklılaştırılarak besleyicilik üzerindeki temel fayda beklentilerine cevap veren jenerik markalı sütlerin perakende düzeyinde konumlandırılması büyük önem arz etmektedir.

**Çizelge 2.** Her bir kümedeki final küme merkez skorları ve örnek sayıları

Temel tercih faktörleri	İçme sütü tüketim grupları*		
	Yoğun kullanıcılar	İlmlü kullanıcılar	Light kullanıcılar
Kırsal kalkınmaya katkı sağlamak	-0,08958	<b>0,35058</b>	-0,45808
İletişim karmaşasının etkisi	-0,02531	<b>0,12881</b>	-0,12452
Marka imajı	-0,17970	<b>0,06274</b>	<b>0,15311</b>
Kısa arz zincirinde hijyen	-0,86264	-0,33039	<b>0,28040</b>
Pozitif sağlık motivasyonu	-0,05434	-0,17727	<b>0,23842</b>
Çiğ süt temin kaynakları	<b>0,28007</b>	0,12263	-0,07391
Kısa arz zincirine güven	-0,05144	-0,12388	<b>0,17675</b>
Besleyicilik	<b>0,17458</b>	<b>0,31432</b>	-0,40640
Gıda güvenliği ve kalite	-0,93104	<b>0,30695</b>	<b>0,35795</b>
Isıtma işlem görmüş sütün farklılaştırılması	-0,08218	<b>0,14005</b>	<b>0,11788</b>
Isıtma işlem görmemiş ham (çiğ) süt	<b>0,54978</b>	-0,00986	-0,60532
Her kümedeki toplam örnek sayısı (kişi)	193	302	270
Her kümedeki örnek oranı	<b>%25</b>	<b>%40</b>	<b>%35</b>

Koyu renkler, her bir kümedeki en yüksek final küme merkez skorlarını göstermektedir.

\*\*\*p<0,000 F istatistiğine göre, final küme merkez skorları önemli bulunmuştur.

\*Toplam örnek büyüklüğü (n), 765'dür.

**İlmlü düzeyde içme sütü tüketen tüketiciler;** besleyicilik temel motivasyonu ile gıda güvenliği ve uygunluk kalitesine yönelerek ısıtılmış içme sütlerinin arz kaynakları ve belirli markalar altında farklılaştırılarak iletişim karması vasıtasıyla piyasa yayılımının artırılması ve dolayısıyla kırsal kalkınmaya katkı sağlanmasını amaçlamışlardır (Çizelge 2). Bu gruptaki tüketiciler için ısıtılmış markalı içme sütlerinin bileşik mamul imajları altında farklılaştırılarak mamul derinliği sağlanmış içme sütlerinin konumlandırılması ve iletişim karmaları vasıtasıyla piyasa yayılımının artırılması, sadece tüketicilerin hedonik kaliteye dayalı tüketim memnuniyetlerini artırmaz aynı zamanda arz eden aktörlerin de piyasa paylarını önemli ölçüde artırabilir.

**Düşük düzeyde içme sütü tüketen tüketiciler;** satın alma modelleri üzerinde etkili olan kısa arz zincirinde hijyen ve aktörlere güven inancı ile hareket eden tüketicilerin gıda güvenliği ve uygunluk kalitesi altında pozitif sağlık motivasyonunu sağlayan ısıtılmış içme sütlerinin çeşitli markalar ile gerçek mamul imajlarıyla farklılaştırılması ve konumlandırılmasına yönelik hedonik kalite niteliklerine öncelik atfetmiştir (Çizelge 2). Dolayısıyla bu gruptaki tüketicilerin toplam tatminleri üzerinde daha yüksek pozitif sağlık motivasyonu sağlayan ısıtılmış hijyenik ve güvenilir içme sütlerinin gıda güvenliği ve uygunluk kalitesi altında gerçek mamul imajları ile farklılaştırılması ve perakende düzeyinde sunumu büyük memnuniyet sağlayabilir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

**Yoğun düzeyde içme sütü tüketen tüketicilerin** koyun, keçi, sığır ve manda gibi arz kaynaklarından temin edilen içme sütlerinin ısıtılmış görmeden temel fayda ve besleyicilik niteliklerinden faydalanmak istedikleri, sonuçlarına ulaşılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre bu gruptaki tüketicilerin daha önceki tüketim deneyimlerine bağlı olarak onaylanmış tasarım ya da hissedilen kalite üzerinden ısıtılmış görmemiş jenerik markalarla farklılaştırılmış çiğ içme sütleri, hedonik tüketim memnuniyeti sağlayabilir. Dolayısıyla, bu gruptaki tüketiciler için her bir süt arz kaynağının ısıtılmış görmeden jenerik markalar altında içme sütlerinin farklılaştırılarak perakende düzeyinde konumlandırılmaları, hedonik tüketim memnuniyetine önemli katkılar sağlayabilir.

Araştırma sonuçları, **ilmlü düzeyde içme sütü tüketen tüketicilerin** arz kaynaklarından sağlanan içme sütlerinin ısıtılmış muamelesi sonucunda gıda güvenliği ve besleyicilik fonksiyonlarının teminat altına alındığı çeşitli markalar altında farklılaştırılarak, uygunluk kalitesinin sağlanması ve iletişim karması yoluyla piyasa yayılımının artırılmasının hem kırsal kalkınmaya katkı sağlayacağına hem de hedonik tüketim memnuniyetini artıracığına işaret etmiştir. Bu yüzden, ısıtılmış içme sütlerinin perakendeci veya imalatçı markalar altında uygunluk kalitesine işaret eden farklılaştırılmış bileşik mamul imajlarının iletişim karmaları yoluyla perakende düzeyinde yayılımının artırılması, hazcı tüketim memnuniyeti yanında kırsal kalkınmaya da önemli katkılar sağlayabilir.

Aynı zamanda araştırma sonuçları, *düşük düzeyde içme sütü tüketen tüketicilerin* satın alma modelleri üzerinde etkili olan ışıl işlem görmüş içme sütlerinin arz edenlerine güven ve hijyen garantisini altında gıda güvenliği ve uygunluk kalitesi teminatı veren imalatçı veya perakendeci markalar altında farklılaştırılmış gerçek mamul imajlı içme sütlerinin sunulmasının gerekliliğini vurgulamıştır. Dolayısıyla, gıda güvenliği ve uygunluk kalitesi sağlayan ışıl işlem görmüş gerçek mamul imajlı içme sütlerinin farklılaştırılarak perakende düzeyinde konumlandırılması, tüketicilerin hedonik tüketim memnuniyetini önemli ölçüde artırabilir.

Sonuç olarak, hedef tüketici kitlelerin satın alma kararları üzerinde etkili olan hedonik kalite nitelikleri dikkate alınarak dizayn edilmiş içme sütü profillerinin hedef homojen kitlelerin toplam faydalarını maksimum kılacak şekilde geliştirilmesi ve perakende düzeyinde konumlandırılmaları hem tüketicilerin hedonik tüketim memnuniyetini artırabilir hem de arz zincirinde fonksiyon gösteren piyasa dinamiklerinin temel amaçlarına ulaşmalarına olanak sağlayabilir. Böylece hem bölgesel ve kırsal hem ülke ekonomisinin kalkınması üzerinde pozitif etkiler sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

- Afşar, A., Yılmazel, Ö., Yılmazel, S., 2017. Konut fiyatlarını etkileyen faktörlerin hedonic model ile belirlenmesi: Eskişehir örneği. Selçuk Üniv. Sosyal Bilimler Dergisi, 37: 195-205.
- Andrede, J.C., Nalerio, E.S., Giongo, C., Barcellos, M.D., Ares, G., Deliza, R., 2018. Consumer sensory and hedonic perception of sheep meat under blind and informed conditions. Meat Science, 137 (2018): 201-210.
- Asioli, D., Varela, P., Hersleth, M., Almli, V.L., Olsen, N.V., Næs, T., 2017. A discussion of recent methodologies for combining sensory and extrinsic product properties in consumer studies. Food Quality and Preference, 56: 266–273.
- ASUD, 2019. Süt ve süt ürünleri tüketimi. <http://www.asuder.org.tr>. (Erişim tarihi: 04.02.2019).
- Bayrakçı, F., 2012. Süt ürünlerinin pazarlaması. II. Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi, 21-23 Mayıs, Aksaray.
- Bianchi, D.M., Barbaro, A., Gallina, S., Vitale, N., Chiavacci, L., Caramelli, M., Decastelli, L., 2013. Monitoring of food borne pathogenic bacteria in vending machine raw milk in Piedmont. Italian Food Control, 32: 435-439.
- Chamorro, A., Rubio, S., Miranda, F.J., 2014. The region of origin (ROO) effect on purchasing preferences: The case of a multiregional designation of origin. British Food Journal, 117 (2): 820-839.
- Demirgüneş, B.K., 2016. İnternet alış-verişlerinde hedonic ve faydacı değer algılarının davranışsal sonuçları: E-sadakat ve ağızdan ağıza iletişim. Kastamonu Üniversitesi İİBF Dergisi, 13: 246-269.
- Denver, S., Jensen, J.D., 2014. Consumer preferences for organically and locally produced apples. Food Quality and Preference, 31 (2014): 129-134.
- FAOSTAT, 2017. Download and visualize data of livestock processed and primary product production. <http://www.fao.org/faostat>. (Access data: 10.03.2019).
- FAOSTAT, 2019. Download and visualize data of livestock processed and primary product production. <http://www.fao.org/faostat>. (Access data: 04.03.2019).

- Furnols, M.F., Realini, C., Montossi, F., Sanudo, C., Campo, M.M., Oliver, M.A., Nute, G.R., Guerrero, L., 2011. Consumer's purchasing intention for lamb meat affecting by country of origin, feeding system and meat price: A conjoint study in Spain, France and UK. *Food Quality and Preference*, 22: 443-451.
- Grunert, K.G., Loose, S.M., Zhou, Y., Tinggaard, S., 2015. Extrinsic and intrinsic cues in Chinese consumers' purchase of pork ribs. *Food Quality and Preference*, 42: 37-47.
- Grunert, K.G., Aachmann, K., 2016. Consumer reactions to the use of EU quality labels on food products. *Food Control*, 59 (1):178-187.
- Hassenzahl, M., 2001. The effect of perceived hedonic quality on product appealingness. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13 (4): 481-499.
- Hassan, D., Monier-Dilhan, S., Orozco, V., 2011. Measuring consumers' attachment to geographical indication. *Journal of Agricultural and Food Industrial Organisation*, 9 (1): 35-50.
- Huth, P.J., di Renzo, D.B., Miller, G.D., 2006. Major scientific advances with dairy foods in nutrition and health. *Journal of Dairy Science*, 89: 1207-1221.
- Kirevetözen, Ş., 2012. Süt ürünlerinin pazarlaması. III. Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi, 21-23 Mayıs, Aksaray.
- Kotler, P., Armstrong, G., 2004. *Principles of Marketing*, Prentice Hall, New Jersey, 178 p.
- Michaelidou, N., Hassan, L.M., 2010. Modelling the factors affecting rural consumers' purchase of organic and freerange produce: A case study of consumers' from the Island of Arran in Scotland, UK. *Food Policy*, 35 (2): 130-139.
- Özel, G., 2008. Tüketicilerin süt tercihinde etkili olan faktörlerin incelenmesine yönelik bir araştırma. *SDÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (3): 227-240.
- Schnettler, B., Vidal, R., Vallegois, R., Sepulveda, N., 2008. Importance of the country of origin in food consumption in a developing country. *Food Quality and Preference*, 19: 372-382.
- SPSS 20.0 Base, 2013. *SPSS Base 20 User's Guide 11*, Chicago, IL., 161 p.
- Şeker, İ., Şeker, P., Şahin, M., Özen, V.S., Akdeniz, A., Erkmn, O., Kışlalıoğlu, İ., Sargın, G., Doğu, G.B., 2012. Elazığ İli merkez ilçede tüketicilerin süt tüketim alışkanlıkları ve bu alışkanlıkları etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 26 (3): 131-143.
- Tanrısevdi, A., Baran, G.G., 2017. Turistlerin hedonik ve faydacı tüketim eğilimlerinin belirlenmesi. *ASOS Journal*, 60 (5): 551-566.
- Taşhan, E., Bilgi, S.M., 2013. Dünya ve Türkiye'de süt üretimi ve tüketimi. IV. Süt ve Süt Hayvancılığı Öğrenci Kongresi, 17-19 Mayıs, Bursa.
- Topcu, Y., 2015. [Turkish consumer decisions affecting ice cream consumption](#). *Italian Journal of Food Science*, 27 (1): 29-39.
- Topcu, Y., Uzundumlu, A.S., Baran, D., 2015. [How sensory and hedonic quality attributes affect fresh red meat consumption decision of Turkish consumers?](#) *Italian Journal of Food Science*, 27 (2): 181-189.
- Topcu, Y., Dağdemir, V., 2017. Turkish consumer purchasing decisions regarding PGI-labelled Erzurum Civil Cheese. *Alinteri*, 32 (2): 69-80.
- Troy, D.J., Kerry, J.P., 2010. Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86: 214-226.
- WDS, 2017. World Dairy Summit: per capita drinking milk consumption and population. <http://www.idfws2017.com>. (Access data: 15.03.2019).

## TÜKETİCİLERİN BÖLGE ORİJİNLİ ORGANİK İÇME SÜTÜ TERCİH PROFİLLERİ VE PİYASA PAYLARI: TRA1 BÖLGESİ ÖRNEĞİ

**Prof. Dr. Yavuz TOPCU**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum, Türkiye

### ÖZET

Günümüzde bölge orijinli gıda ürünleri tüketimi, hem insan sağlığı hem de üretim ve arz zincirinde işletmelere katkısından dolayı büyük bir önem arz etmektedir. Bütün dünyada gıda ürünleri tüketiminde aranan en önemli kalite ve güvence unsuru olarak dikkate alınan bu niteliklere sahip ürünlerin piyasa yayılım oranı önemli ölçüde artmaktadır. Bütün bu gelişmeler ışığında; *Kuzeydoğu Anadolu, Doğu Karadeniz ve Marmara/Ege Bölgesi* orijinli içme sütü tüketim tercihlerinde etkili olan faktör ve faktör seviyelerini temel alan tüketicilerin içme sütü tüketim tercih profillerini tasarlamak ve onların piyasa paylarını belirlemek, çalışmanın temel amacıdır. Bu amaçlar için, 2018 yılında TRA1 bölgesinde (Erzurum, Erzincan ve Bayburt) 765 hane halkından sağlanan birincil veriler, çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Tüketicilerin bölge orijinli içme sütü tüketim tercihlerinde toplam faydalarını maksimum kılan faktörlerin nispi önemi ile faktör seviyelerinin kısmi faydalarına dayalı ürün profillerini tasarlamak ve onların piyasa paylarını belirlemek amacı ile *Conjoint Analiz* kullanılmıştır. Ayrıca tüketicilerin tüketim sıklıklarına göre gruplandırılması için *Kümeleme Analizi* kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları; yoğun, ılımlı, düşük düzeyde içme sütü tüketen kullanıcılar için sırasıyla üretim tekniği (%24, %23 ve %21), marka tipi (%22, %22 ve %19) ve bölge orijini (%18, %21 ve %19) faktörlerinin büyük önem atfettiğini göstermiştir. Ayrıca bütün tüketici grupların toplam faydaları *Kuzeydoğu Anadolu* orijinli içme sütü profilleri ile maksimum kılınmıştır. Diğer taraftan bütün gruplar, 21 numaralı içme sütü profili ile maksimum fayda sağlarken; bunların piyasa payları yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde kullanıcılar için sırasıyla %33, %34 ve %27 olarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, tüketicilere maksimum fayda temin eden ve en yüksek piyasa payları oluşturan bu profillerin perakende düzeyinde sunulması, hem hedef tüketici kitlesinin tüketim memnuniyeti hem de işletmelerin toplam gelirleri üzerinde artan bir etki sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Bölge orijini, Conjoint Analiz, İçme sütü, Kümeleme Analizi, Piyasa payı, Tüketim memnuniyeti*

## CONSUMERS' DRINKING MILK PREFERENCE PROFILE WITH THE REGION OF ORIGIN AND MARKET SHARES: CASE OF TRA1 REGION

### ABSTRACT

Consumption of food products with the region of origin has provided a great importance due to contributing to both human healthy and the farms performing at the production and supply chain in recent years. Market penetration rate for the foods with these attributes considered as the most important quality and credence element looking for food products consumption has increased considerably in the world. In light of these developments, the main aim of the study is to design the consumers' drinking milk consumption preference profiles and to determine their market shares based on the factors and their levels impacting on the consumption satisfaction of drinking milk with *Northeastern Anatolia, Eastern Black Sea and Marmara/Aegean Region* origins. For these aims, the primary data obtained from 765 households in TRA1 region (Erzurum, Erzincan and Bayburt) in 2018 were the main material of this study. *Conjoint analysis* was used to design the product profiles related to the relative

importance of the factors and the part utilities of their levels maximizing the consumers' total utilities on their consumption preferences towards drinking milk with the region of origin, and to determine their market shares. The results of the study indicated that production technique (24%, 23% and 21%), brand type (22%, 22% and 19%) and the region of origin (18%, 21% and 19%) factors attributed a great importance for heavy, medium and light users. Total utilities of all the groups, moreover, were maximized by drinking milk profiles with *Northeastern Anatolia* origin. On the other hand, while they provided maximum utility trough profile 21, its market shares for the heavy, medium and light users were also analyzed as 33%, 34% and 27%, respectively. As result, positioning of these profiles providing maximum utility to target consumer masses, and being of the highest market shares at retailer levels could provide an increasing impact on both target consumers' consumption satisfaction and the farms' total revenue.

**Keywords:** *The region of origin, Conjoint Analysis, Drinking milk, Cluster Analysis, Market share, Consumption satisfaction*

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan global iklim değişiklikleri, tohum ve gıda ürünlerindeki genetik modifikasyonlar, üretim ve pazarlama sürecinde kullanılan kimyasal ve sentetik katkı maddelerinin kullanılması hem çevre ve doğal kaynaklar hem de beşeri sermaye üzerinde telafisi imkansız deformasyonlara neden olmaktadır. Kıt üretim kaynakları üzerinde yaşanan bu negatif olgularla birlikte küreselleşme ve bilişim teknolojilerinin etkisi altında piyasa aktörlerinin ekonomik hayata katılım demografisindeki değişim, ekonomik ve sosyokültürel nitelikler ile pasif yaşam kültürünün benimsenmesi, insanların beslenme alışkanlıkları ve satın alma modellerinin hızlı bir şekilde değişmesine yol açmıştır. Toplumların doğal kaynak ve beşeri sermaye kalitesini negatif bir şekilde etkileyen bu faktörlerdeki dramatik artışlar, tüketicilerin daha doğal ve sağlıklı, sentetik katkı maddeleri ve kimyasallarla muamele edilmemiş, genetik modifikasyonlara maruz bırakılmamış, bölgesel orijini bilinen ve geleneksel özellik garantisi sunan gıda ürünleri ile yaşanabilir bir çevre arayışlarına yönelmelerine neden olmuştur.

Günümüzde bu felsefeyi benimsemiş tüketicilerin korunan bölge orijini (*PDO*) ve coğrafi işaret (*PGI*) ile geleneksel özellik garantisi (*TSG*) tescilleri altında gıda ürünleri tüketimi, hem insan sağlığı üzerindeki koruyucu ve pozitif etkisi hem de üretim ve arz zinciri güvenliğinden kaynaklanan piyasa payı artışlarının işletmelere sağladığı katma değerler vasıtasıyla kırsal ve bölgesel kalkınmada da katalizör bir rol oynamaktadır (Zhao ve ark., 2016; Groot ve Albusi, 2015; Topcu, 2015; Altuntaş ve Gülçubuk, 2014; Kan ve ark., 2012; Orhan, 2010). Bütün bu fonksiyonlar, sadece üreten ve arz eden işletmeleri değil aynı zamanda tüketiciler ile toplum çıkarlarını da koruyarak, kırsal ve bölgesel kalkınmaya önemli katkılar sağlamaktadır. Bütün dünyada gıda ürünleri tüketiminde aranan duyuşsal kalite, gıda güvenliği, gen kaynakları ve biyolojik çeşitliliğin korunması, doğal kaynaklar ve çevrenin muhafazası ile bölge orijin tesciline sahip ürünler, piyasalarının genişlemesine ve yeni tasarımlı mamullerin teşekkülüne olanak sağlamak ve tüketicilerin daha fazla ödeme istekliliğini (*WTP*) benimsemelerine neden olmaktadır.

Gıda ürünlerinin tüketiminde aranan bu pozitif nitelikleri teminat altına alan *PDO*, *PGI* ve *TSG* ile tescilli 10.000 coğrafi işaretli gıda ürünlerin dünya piyasasındaki payı 175 milyar Euro aşarken; Fransa, İtalya ve İspanya'nın liderliğinde Avrupa Birliği (AB)'de 1.274 coğrafi işaretli ürünlerin payı 75 milyar Euro ile artış trendini devam ettirmekte ve bu ürünlerin %20'sinin ihracatı ile 15 milyar Euro döviz girdisi sağlanmaktadır (Tekelioğlu, 2016). Fakat ülkemizde coğrafi işaretli gıda ürünleri için henüz bir iç piyasa potansiyeli oluşturulmadığı



ve çalışmaların 2015-2018 Ulusal Coğrafi İşaret Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında yürütülerek, kurumsal yapı ve piyasa potansiyelinin oluşturulması hedeflenmektedir. Bu kurumsal yapıya karşılık, 2014-2015 üretim döneminde 13 ülkeye 7 ürün ile 2.500 ton coğrafi işaretli gıda ürün ihracatı gerçekleştirildiği ve bu değer toplam gıda ihracatının yaklaşık %10'na tekabül ettiği rapor edilmiştir (Anonim, 2014).

Gerçekten ülkemizde bu niteliklere haiz olan 209 adet coğrafi işaret almış, fakat 319 adet de işlemi devam eden gıda ürünleri mevcuttur. Hatta ülkemizde 2.500 adet potansiyel ürünün coğrafi işaret ile işaretlenmesinin uygunluğundan da çeşitli raporlarda bahsedilmektedir (TPE, 2017). Bu nitelikleri ile ülkemiz, coğrafi işaret tescili alabilecek mamul portföyü yönünden oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde coğrafi işaretlerle tescillenmiş gıda ürünleri arasında tarımsal ürünlerin payı %70 ve bunlar içerisinde hayvansal ürünlerin payı %8'lik payla olarak oldukça düşük düzeylerde seyretmektedir (Anonim, 2015). Hâlbuki coğrafi işaretli ürünlerde AB ülkelerinden Fransa'da bu oran %30 ve ekonomiye katkısı ise 35 milyar Euro iken; Fransa, İtalya ve İspanya'nın peynirlerinin her birinin ekonomilerine katkıları 1.2-1.6 milyar Euro arasında ve piyasa büyüme oranları da yaklaşık %10 düzeyinde olmuştur. Ayrıca peynir piyasasının da %70'ine coğrafi işaretli ürünler hakim konumdadır (Tekelioğlu, 2016).

Çok hızlı büyüyen bir piyasada, riskli ürünler grubunda yer alan süt ve süt ürünlerinin bölge orijini ile tescillenmesi, tüketicilere önemli bir koruma ve gıda güvenliği sağlamakta ve bu ürünlere olan talep çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Diğer taraftan bölge orijini tescilleri, üreticilerin ürünlerinin koruma altına alınması ile işletmelerin konvansiyonel üretici rakiplerine göre %50-%250 kadar bir ekonomik avantaj ile sağlanan katma değer (Tekelioğlu, 2016) ve bunun kırsal kalkınma aracı olarak kullanılmasından dolayı dünyadaki piyasa payı hızlı bir şekilde artmaktadır.

Benzer şekilde insanoğlunun yaşamının her evresinde gerekli olan süt ve süt ürünleri, makro ve mikro besin elementleri için iyi bir alternatif olmasının yanında bazı önemli mineraller, protein ve vitaminlerin de temel kaynağı durumundadır. Yüksek değerli proteinleri ve tüm esansiyel aminoasitleri içeriği nedeniyle önemli bir kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum kaynağı durumunda olan süt (Şeker et al., 2012; Murphy et al., 2008; Huth et al., 2006), özellikle çocukluk ve yaşlılık dönemleri başta olmak üzere yeterli ve dengeli beslenme için gerekli olan bir gıda maddesi ve bileşeni niteliğindedir (Lin et al., 2000; Majjala, 2000; Miller, 2000; Black et al., 2002; Vaskozen, 2003; Azadbakht et al., 2005). İfade edilen faktörlerin etkisi altında fizyolojik ihtiyaçtan sağlanacak temel fayda güdüsü, tüketicilerin süt tüketim motivasyonlarını güçlendirmektedir (Grunert and Aachmann, 2016; Li and Drake, 2015; Miklavec et al., 2015; Mobley et al., 2014; Allen and Goddard, 2012).

Oldukça karmaşık satın alma kararını gerekli kılan içme sütünün dünyadaki toplam üretimi 2015 yılında 800 milyon ton düzeyinde olup, süt üretiminde AB-28, ABD, Hindistan, Brezilya, Çin, Rusya, Yeni Zellanda ve Türkiye lider ülkeler konumundadır (Statsistic Account, 2017). Türkiye yaklaşık 18,7 milyon ton süt üretimiyle dünya sıralamasında 8. sırada yer alırken, toplam üretilen sütün %91'i sığırdan temin edilmektedir (ASUD, 2017; WDS, 2016). Yaklaşık 7,3 milyar nüfusa sahip olan dünyada, kişi başına ortalama süt ve süt ürünleri tüketim miktarı 111.3 kg olup, gelişmiş ülkelerde 180-575 kg, gelişmekte olan ülkelerde 75-100 kg ve Türkiye'de ise 236 kg'dır. Özellikle Rusya (180 litre), Ukrayna (123 litre), Avustralya (113 litre), Yeni Zellanda (108 litre), ABD (82 litre), Kanada (82 litre), AB-28 (61 litre) kişi başına içme sütü tüketiminde ilk sıralarda yer alırken (ESKGM, 2015); Türkiye ve TR1 Bölgesi'nde ise kişi başına içme sütü tüketimi 18 ve 2,5 litre düzeyindedir (ESKGM, 2015). Türkiye ve TR1 Bölgesi'nde kişi başına süt ve süt ürünleri tüketimi,

dünyada lider ülkelerle karşılaştırıldığı zaman; süt ve süt ürünlerinde ılımlı fakat içme sütü tüketiminde oldukça düşük tüketim trendine (10-20 kat daha düşük tüketim) sahiptir.

Özellikle son yıllarda içme sütü tüketim trendi üzerinde bölge orijini ve geleneksel özellik garantisi, sütün üretim ve işleme teknikleri, aroma, tat ve lezzet gibi duyu kalite nitelikleri, kimyasal ve sentetik katkı maddelere maruz kalıp kalmadığı ve hijyen konusundaki gıda güvenliği gibi mamul bilgilerinin belirleyici olduğunu (Uzundumlu and Topcu, 2016; Denver and Jensen, 2014; Vigneau et al., 2014; Bonany et al., 2013); tüketicilerin bu ürünler için %25-250 daha yüksek fiyat ödemeye hazır olduklarını ve piyasa paylarının %10-25 daha hızlı bir şekilde arttığını (Grunert and Aachmann, 2016; Tekelioğlu, 2016; Topcu, 2015; Chamorro et al., 2014; Denver and Jensen, 2014; Munoz et al., 2014; Velcovska, 2012; Verbeke et al., 2012; Cernea, 2011; Fotopoulos et al., 2011; Hassan et al., 2011; Vecchio and Annunziato, 2011; Tsakiridou et al., 2009; Aprile and Gallina, 2008; Murphy et al., 2004; Fotopoulos and Krystallis, 2001) rapor eden çok sayıda araştırma mevcuttur.

Tüketim motivasyonu üzerinde etkili olan bu duyu kalite nitelikleri; araştırma bölgesinin agro-ekolojik yapısı, doğal kaynakların muhafazası, hayvancılığın yüksek rakımlı ve kirletici kimyasallardan uzak mera alanlarında sürdürülmesinden dolayı oldukça yüksek düzeylerde seyretmektedir. Dolayısıyla araştırma bölgesinde bölge orijini ve geleneksel özellik garantisi altında büyük bir nispi avantaja sahip olan çiğ sütün duyu kalite niteliklerinin pazarlama karması bileşenleri ile bütünleştirilerek gerçek ya da genişletilmiş içme sütü dizaynlarının gerçekleştirilmesi tüketim trendlerinin artışında önemli rol oynayabilir.

Ancak hem ulusal düzeyde hem de araştırma bölgesinde tüketicilerin toplam faydalarını maksimum kılan bölge orijinli içme sütü profil dizaynları ile bunların piyasa payları konularında yapılmış araştırmalara rastlamak mümkün değildir. Bu yüzden bu çalışma, bölge orijini ve geleneksel özellik garantisi sunan içme sütü tüketiminde etkili olan faktörler ve bunların seviyeleri üzerine odaklı mamul profillerinin belirlenmesi ve piyasa paylarının ölçülmesi ile ekonomi literatürüne önemli bir katkı sağlayabilir. Hedeflenen bu katkılar doğrultusunda çalışmanın amacı, TRA1 Bölgesi'nde tüketicilerin toplam faydalarını maksimum kılan bölge orijinli içme sütü tüketim tercihi ve satın alma kararı üzerinde etkili olan faktörler ile faktör seviyelerini dikkate alan mamul profillerinin dizayn edilmesi ve bunların piyasa paylarının ölçülmesidir.

## 2. MATERYAL VE METOTLAR

### 2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini, TRA1 Bölgesi'nde (Erzurum, Erzincan ve Bayburt) ikamet eden ve içme sütü tüketen hane halklarından temin edilen anket verileri oluşturmaktadır. İkincil veriler ise, çeşitli kurum ve kuruluşların verileri ile yerli ve yabancı bilimsel çalışma, rapor, dergi ve çeşitli yayınlardan temin edilen araştırma bulgu ve sonuçlarından sağlanmıştır.

### 2.2. Metotlar

#### 2.2.1 Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde uygulanan metot

TRA1 Bölgesi'nde içme sütü tüketen hane halklarının örnekleme katılımını sağlamak amacıyla şehirler, doğu-batı ve kuzey-güney yönlerini kapsayan şekilde alt bölgelere bölünmüş ve her bir bölgedeki hane halkları toplam popülasyonlarındaki oranlarına göre mekanik sıralama yöntemiyle tesadüfi olarak seçilmiş ve örneklem büyüklüğü belirlenmiştir.

Araştırma bölgesinde ön anket çalışması ile içme sütü tüketen ve tüketmeyen hane halklarının oranları belirlenerek, örnek kitle büyüklüğü aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır (Topcu, 2015).

$$n = \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{c^2}$$

n: Örnek büyüklüğü

Z: Z değeri, (%95 güven aralığında 1,96)

p: içme sütü tüketim oranları sırasıyla (Erzurum, Erzincan ve Bayburt için %75, %80 ve %85)

c: Hata terimi, (0,05 = ±5)

Yukarıdaki eşitlikte tüketicilerin içme sütü kullanım oranları dikkate alınarak, örnek kitle büyüklüğü Erzurum, Erzincan ve Bayburt illerinde sırasıyla 302, 258 ve 205 hane halkı dikkate alınarak toplamda TRA1 bölgesinde 765 anket sayısı hesaplanmıştır.

### 2.2.2. Anket formlarının hazırlanmasında uygulanan metot

TRA1 Bölgesi'nde içme sütü tüketen hane halklarının satın alma tutum ve davranışları belirleyen içsel ve dışsal ürün nitelikleri ile tüketicilerin sosyoekonomik ve demografik karakteristikleri ile ilgili faktörler, yerli ve yabancı araştırmalarda kullanılan değişkenlerin bölgelere ve ilgili ürüne uyarlanması ile elde edilmiştir.

Ön araştırma ile tüketicilerin içme sütü satın alma kararı üzerinde etkili olan içme sütü üretim ve işleme teknikleri, ürün içeriği, bölge orijini, marka ve fiyat gibi perakende seviyesinde dikkate alınan 6 ana faktörler ile onların 17 faktör seviyesi (Çizelge 1) dikkate alınarak, orthogonal dizayn ile 20 içme sütü profil kartları türetilmiştir (Çizelge 2). İçme sütüne ilişkin faktör ve faktör seviyeleri ile 20 ürün profili anket formlarına aktarılarak hedef tüketici kitlelerine sunulmuştur.

**Çizelge 1.** Tüketicilerin içme sütü tüketim tercihinde etkili ürün nitelik ve nitelik seviyeleri

Nitelik	Nitelik seviyeleri		
	Organik üretim	Konvansiyonel üretim	
Üretim tekniği	UHT süt	Pastörize süt	Ham (çiğ) süt
İşleme tekniği	Ulusal marka	Özel marka	Jenerik marka
Marka	Kuzeydoğu Anadolu	Doğu Karadeniz	Marmara/Ege
Üretim bölgesi (orijin)	Tam yağlı süt	Yarım Yağlı süt	Light süt
İçeriği (yağ oranı)	3 TL	6 TL	9 TL
Fiyat			

**Çizelge 2.** Tüketicilerin Conjoint analizde orthogonal dizayn ile türetilen içme sütü profilleri

Profil no	Üretim tekniği	İşleme tekniği	Orijini (bölgesi)	Marka	Ürün içeriği	Fiyat
1	Organik	UHT sut	Doğu Karadeniz	Ulusal marka	Yarım yağlı süt	6 TL
2	Organik	Ham sut	Marmara/Ege	Özel marka	Light süt	6 TL
3	Konvansiyonel	UHT sut	Kuzeydoğu Anado	Özel marka	Yarım yağlı süt	9 TL
4	Organik	Pastörize sut	Kuzeydoğu Anado	Jenerik marka	Yarım yağlı süt	3 TL
5	Organik	UHT sut	Kuzeydoğu Anado	Jenerik marka	Tam yağlı süt	6 TL
6	Organik	UHT sut	Marmara/Ege	Ulusal marka	Tam yağlı süt	3 TL
7	Organik	Pastörize sut	Doğu Karadeniz	Özel marka	Tam yağlı süt	3 TL
8	Konvansiyonel	Pastörize sut	Kuzeydoğu Anado	Ulusal marka	Light süt	6 TL
9	Organik	UHT sut	Marmara/Ege	Jenerik marka	Light süt	9 TL
10	Konvansiyonel	Ham sut	Marmara/ege	Jenerik marka	Yarım yağlı süt	3 TL
11	Organik	Pastörize sut	Doğu Karadeniz	Jenerik marka	Light süt	9 TL
12	Organik	Pastörize sut	Marmara/Ege	Özel marka	Yarım yağlı süt	5 TL
13	Konvansiyonel	Ham sut	Doğu Karadeniz	Jenerik marka	Tam yağlı süt	5 TL
14	Organik	Ham sut	Doğu Karadeniz	Ulusal marka	Yarım yağlı süt	9 TL
15	Konvansiyonel	UHT sut	Doğu Karadeniz	Özel marka	Light süt	3 TL
16	Organik	Ham sut	Kuzeydoğu Anado	Ulusal marka	Light süt	3 TL
17	Konvansiyonel	Pastörize sut	Marmara/Ege	Ulusal marka	Tam yağlı süt	9 TL
18	Organik	Ham sut	Kuzeydoğu Anado	Özel marka	Tam yağlı süt	9 TL
19 <sup>a</sup>	Konvansiyonel	Ham sut	Kuzeydoğu Anado	Özel marka	Tam yağlı süt	3 TL
20 <sup>a</sup>	Organik	Ham sut	Marmara/Ege	Ulusal marka	Light süt	3 TL

<sup>a</sup>Holdout

### 2.2.3. Verilerin istatistiksel analizinde uygulanan metotlar

#### 2.2.3.1. Conjoint Analiz

Conjoint analiz, perakendecilerin farklılaştırılmış ürün modelleri teklifleri karşısında tüketicilerin satın alma kararlarına çok değişkenli istatistik tekniklerini uygulayarak etkili ürün tasarımlarını geliştirmek ve piyasa paylarını tespit etmek için kullanılan bir piyasa araştırma aracıdır. Bu teknik, faktör ve seviyeleri tarafından tanımlanan alternatif ürün profillerinin bireysel ve kitlesel değerlendirilmesinden elde edilen tüketici satın alma modellerinin yapıları hakkında araştırmacılara bilgi sağlar (Green and Krieger, 1991). Conjoint analizi uygulamak için kullanılan veriler, alternatif ürün profillerinin tüketici değerlendirmelerini kapsamaktadır. Bu analiz tekniğinde, her bir faktör ve onların seviyelerinin ön piyasa araştırması ile belirlenmesi, fraksiyonel faktöriyel tasarımı ve ölçek tipinin belirlenmesini takip eden veri toplama süreci, dört aşamada gerçekleşir ve bu aşamaları takiben conjoint model tanımlaması yapılır (Topcu, 2012).

Conjoint analizin birinci ve ikinci adımında, uygun faktör ve faktör seviyeleri belirlenerek, tam profil yaklaşımı ile kart dizaynları gerçekleştirilmektedir. Mevcut çalışmadaki 6 faktör ve 17 faktör seviyesi belirlenmiştir (Çizelge 1). Takip eden aşamada, conjoint analiz için tam profil yaklaşımı altında tüketiciler tercih sıralaması yapabilsin diye onlara sunulan farklı kombinasyonların hesaplanmasında kullanılan faktör seviyeleri dikkate alınarak toplam 486 ( $3^5 \times 2$ ) adet kuramsal senaryo elde edilmiştir. Fakat, elde edilen ürün profil sayısının çok fazla olmasından dolayı tüketicilerin bunları anlamlı bir şekilde sıralaması olanaksızdır. Bu yüzden, *Generate Orthogonal Design* prosedürü kullanılarak, fraksiyonel faktöriyel tasarım ile içme sütü profil sayısı 20 adet profile indirgenmiştir (Çizelge 2).

Son olarak, her bir faktörün nispi önemi ve faktör seviyelerinin kısmi faydalarını belirlemek için faktörler ile derecelmeleri arasındaki beklenen ilişkileri belirleyen modelin faktör alt komutları vasıtasıyla tanımlanmalıdır. Bunun için en yaygın kullanılan model, niteliklerin ayrı ayrı kısmi faydalarının toplamalarını ifade eden doğrusal modellerdir (SPSS Conjoint 20.0, 2015). Conjoint modellerde ayrık modeller; faktör seviyelerinin kategorik ve faktörler ile

sıralamalar arasında her hangi bir ön görünüm bulunmadığını, fakat doğrusal modeller; faktörler ile sıraları arasındaki doğrusal ilişkileri pozitif ya da negatif yönlü olarak ifade ederler. Mevcut çalışmada; fiyat negatif yönlü (linear less) ve bölge orijini pozitif yönlü (linear more), üretim ve işleme tekniği, ürün içeriği ve marka ise discrete olarak modelde tanımlanmıştır.

### 2.2.3.2. Piyasa payı simülasyonları

Piyasa payının belirlenmesinde, faktör ve faktör seviyelerine göre dizayn edilmiş ürün profillerinden en çok tercih edilen simülasyon örneklerinden seçilen her birinin olasılığına dayalı *Maksimum Fayda*, *BTL (Bradley-Terry-Luce)* ve *Logit Modeller* kullanılmıştır (SPSS Conjoint 20.0, 2015; Murphy et al., 2004; Green and Krieger, 1991). Maksimum fayda modeli, katılımcıların toplamlarına atfedilen profilleri basit bir şekilde seçmek için cevap verenlerin sayısına bağlı piyasa payı olasılığını tanımlar ve her bir cevap veren için tahmin edilen birincil seçim, en büyük toplam faydayı sunan profildir. Diğer taraftan *BTL model*, bütün katılımcılar genelinde ortalama bütün simülasyon profilleri için sağlanan faydaya bir profilin faydasının oranı olarak olasılığı tanımlar. Logit model ise, fonksiyonel olarak BTL modele benzerlik gösterir fakat faydaların yerine faydaların doğal logaritmasını kullanır.

Bu doğrultuda, tüketicilerin içme sütü tüketim tercihi ve satın alma kararı üzerinde etkili olan *Kuzeydoğu Anadolu*, *Doğu Karadeniz* ve *Marmara/Ege Bölgeleri* orijinli içme sütleri ile üç farklı fiyat seviyeleri (düşük (3 TL), orta (%100 artırılarak 6 TL) ve yüksek (%200 artırılarak 9 TL)) ile ısıtılmış işlem görmemiş özel marka altında tam yağlı ham sütlerin alternatif kullanımlarının piyasa paylarını için simülasyonu yapılan içme sütü profilleri, Çizelge 3'de belirlenmiştir.

**Çizelge 3.** Bölge orijinli organik ham sütün piyasa payı simülasyon modelleri

Profil No*	Üretim tekniği	İşleme tekniği	Orijini (bölgesi)	Marka	Ürün içeriği	Fiyat
21	Organik	Çiğ süt	Kuzeydoğu Anadolu	Özel marka	Tam yağlı süt	3 TL
22	Organik	Çiğ süt	Kuzeydoğu Anadolu	Özel marka	Tam yağlı süt	6 TL
23	Organik	Çiğ süt	Kuzeydoğu Anadolu	Özel marka	Tam yağlı süt	9 TL
24	Organik	Çiğ süt	Doğu Karadeniz	Özel marka	Tam yağlı süt	3 TL
25	Organik	Çiğ süt	Doğu Karadeniz	Özel marka	Tam yağlı süt	6 TL
26	Organik	Çiğ süt	Doğu Karadeniz	Özel marka	Tam yağlı süt	9 TL
27	Organik	Çiğ süt	Marmara/Ege	Özel marka	Tam yağlı süt	3 TL
28	Organik	Çiğ süt	Marmara/Ege	Özel marka	Tam yağlı süt	6 TL
29	Organik	Çiğ süt	Marmara/Ege	Özel marka	Tam yağlı süt	9 TL

\*Simülasyon

### 2.2.3.3. Kümeleme analizi

Tüketicilerin farklı homojen segmentlerini belirlemek için, k-means cluster analiz kullanılmış ve örneklem kitlesi yoğun (haftada en 4-5 kez tüketim), ılımlı (haftada 2-3 kez tüketim) ve düşük (on beş günde en az 4-5 kez tüketim) olarak üç grupta ele alınmıştır (Topcu, 2015; Kalaycı, 2005).

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 3.1. İçme sütü tüketiminde nispi ve kısmi faydalar

Tüketicilerin bölge orijinli organik ısıtılmış işlem görmemiş içme sütü tüketim tercihi ve satın alma kararı üzerinde yüksek memnuniyet sağlayan pazarlama karması bileşenlerinin nitelikleri ve onların nispi önemleri, nitelik seviyelerinin kısmi fayda düzeyleri, Çizelge 4'de sunulmuştur. Araştırma sonuçları; yoğun, ılımlı ve düşük düzeydeki tüketici grupları ile toplam

tüketicilerin ısırl işlem görmemiş organik içme sütü satın alma kararı üzerinde en etkili faktörlerin sırasıyla üretim tekniği (%24, %23 ve %21 ile %23), marka tipi (%22, %22 ve %19 ile %21) ve bölge orijini (%18, %21 ve %19 ile %20) olduğunu göstermiştir.

Tüketicilerin bölge orijinli içme sütü tüketim memnuniyetleri üzerinde organik üretim tekniği, ham ve pastörize süt işleme teknikleri, ulusal marka tipi, tam yağlı süt içeriği, *Kuzeydoğu Anadolu* bölgesi orijini ve düşük fiyat faktör seviyeleri en yüksek kısmı faydaların teminine olanak sağlamıştır (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** İçme sütü tercih faktörlerinin nispi önemi ve faktör seviyelerinin kısmı faydaları

Mamul nitelik ve seviyeleri	İçme sütü tüketim sıklıkları								
	Yoğun düzeyde tüketenler		İlmlı düzeyde tüketenler		Düşük düzeyde tüketenler		Toplam tüketiciler		
	Faydalar	S.E.	Faydalar	S.E.	Faydalar	S.E.	Faydalar	S.E.	
Üretim tekniği	Organik	1,035	0,061	0,902	0,041	0,706	0,102	0,885	0,052
	Geleneksel	-1,035	0,061	-0,902	0,041	-0,706	0,102	-0,885	0,052
	<i>Nispi önemi</i>	%24,24		%22,68		%21,39		%22,69	
İşleme tekniği	Ham (çiğ) süt	0,188	0,081	-0,025	0,055	0,509	0,136	0,127	0,069
	UHT süt	0,154	0,081	-0,090	0,055	-0,255	0,136	-0,080	0,069
	Pastörize süt	-0,342	0,081	0,116	0,055	-0,253	0,136	-0,047	0,069
<i>Nispi önemi</i>	%6,22		%2,59		%11,57		%5,15		
Marka tipi	Ulusal marka	0,721	0,081	0,840	0,055	0,455	0,136	0,736	0,069
	Özel marka	0,410	0,081	0,033	0,055	0,354	0,136	0,170	0,069
	Jenerik marka	-1,131	0,081	-0,872	0,055	-0,809	0,136	-0,907	0,069
<i>Nispi önemi</i>	%21,67		%21,53		%19,14		%21,05		
Süt içeriği	Light süt	-0,732	0,081	-0,822	0,055	-0,588	0,136	-0,756	0,069
	Yarım yağlı süt	0,215	0,081	0,307	0,055	0,154	0,136	0,257	0,069
	Tam yağlı süt	0,517	0,081	0,516	0,055	0,434	0,136	0,499	0,069
<i>Nispi önemi</i>	%14,62		%16,83		%15,47		%16,13		
Bölge Orijini	Kuzeydoğu Anad.	-0,759	0,081	-0,844	0,055	-0,616	0,254	-0,780	0,069
	Doğu Karadeniz	-1,518	0,081	-1,688	0,055	-1,232	0,509	-1,560	0,069
	Marmara/Ege	-2,227	0,081	-2,532	0,055	-1,848	0,763	-2,340	0,069
<i>Nispi önemi</i>	%17,77		%21,22		%18,65		%20,04		
Fiyat (kg/lt)	Düşük fiyat	-0,661	0,071	-0,603	0,048	-0,455	0,118	-0,582	0,060
	Orta fiyat	-1,323	0,141	-1,206	0,095	-0,910	0,235	-1,165	0,120
	Yüksek fiyat	-1,984	0,212	-1,809	0,143	-1,365	0,353	-1,747	0,179
<i>Nispi önemi</i>	%15,48		%15,16		%13,78		%14,93		
<b>Sabit değer (α)</b>	<b>11,995</b>	<b>0,799</b>	<b>12,097</b>	<b>0,599</b>	<b>11,417</b>	<b>0,752</b>	<b>11,935</b>	<b>0,661</b>	
<b>Gözlenen ve beklenen değişkenler arasındaki ilişki</b>									
<b>İstatistik ölçümler</b>	<b>Değer</b>	<b>p</b>	<b>Değer</b>	<b>p</b>	<b>Değer</b>	<b>p</b>	<b>Değer</b>	<b>p</b>	
<b>Pearsons's R</b>	0,933***	0,000	0,955***	0,000	0,900***	0,000	0,942***	0,000	
<b>Kendall's tau</b>	0,804***	0,000	0,791***	0,000	0,758***	0,000	0,804***	0,000	

Not: Koyu ve koyu italik değerler, sırasıyla nitelik seviyeleri için en yüksek fayda ve nitelikler için en yüksek nispi önem değerleri ifade etmektedir. S.E.: Standart hata p: Önem seviyesi \*\*\* p<0,001

### 3.2. İçme sütü profillerinin piyasa payları

Yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketen gruplar ile toplam tüketici kitleleri için ısırl işlem görmemiş organik içme sütü tüketimde 21 numaralı kart profili, %100 maksimum fayda düzeyi ile *Logit* modelde sırasıyla %33, %34, %27 ve %31 ile en yüksek piyasa paylarına sahiptir. Bu profilin en belirgin özelliği *özel marka altında Kuzeydoğu Anadolu bölge orijinli düşük perakende fiyatlarından tam yağlı organik içme sütlerinden* oluşmuştur (Çizelge 5).

Benzer şekilde her bir segment ve bütün tüketici kitlelerinin en yüksek ikinci sıradaki piyasa paylarına sahip oldukları içme sütü profili 22, *özel marka altında Kuzeydoğu Anadolu bölge*

*orijinli orta seviyeli perakende fiyatlarından tam yağlı organik içme sütlerini içerirken; üçüncü sıradaki piyasa payları en yüksek olan profil 24, özel marka altında Doğu Karadeniz bölge orijinli düşük perakende fiyatlarından tam yağlı organik içme sütlerini kapsamıştır. Fakat ısıl işlem görmemiş organik içme sütleri için en düşük piyasa payları, Marmara/Ege bölge orijinli profillerde ölçülmüştür (Çizelge 5).*

**Çizelge 5.** Bölge orijinli içme sütü tüketim profilleri için ödeme isteklilikleri

Kart No	İçme sütü tüketim grupları						Toplam tüketiciler (n=765)	
	Yoğun kullanıcılar (n=193)		İlmlı kullanıcılar (n=302)		Light kullanıcılar (n=270)		Değer/Score	Logit (%)
	Değer/Score	Logit (%)	Değer/Score	Logit (%)	Değer/Score	Logit (%)		
21	12,726*	33,2	12,076*	33,5	12,350*	26,8	12,253*	31,2
22	12,064	17,2	11,473	18,3	11,895	17,0	11,671	17,5
23	11,403	8,9	10,870	10,0	11,440	10,8	11,088	9,9
24	11,967	15,6	11,232	14,4	11,734	14,5	11,473	14,8
25	11,305	8,0	10,629	7,9	11,279	9,2	10,891	8,4
26	10,644	4,1	10,026	4,3	10,824	5,8	10,308	4,8
27	11,208	7,3	10,388	6,2	11,118	7,8	10,693	7,1
28	10,546	3,8	9,785	3,4	10,663	5,0	10,111	4,0
29	9,885	1,9	9,182	1,9	10,208	3,1	9,528	2,3

\*%100 Toplam Fayda      \*%100 Toplam Fayda      \*%100 Toplam Fayda      \*%100 Toplam Fayda

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonuçları, TRA1 Bölgesi'nde yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketen tüketiciler ile toplam tüketici kitlesinin işlem görmemiş organik çiğ içme sütü satın alma kararları üzerinde etkili olan üretim tekniği, marka tipi ve bölge orijini faktörlerinin nispi önemlerinin en yüksek tüketim memnuniyeti sağlayan nitelikler olduğunu göstermiştir. Bu nitelikleri teşekkül ettiren *Kuzeydoğu Anadolu orijinli organik tam yağlı düşük fiyatlı ham süt* seviyeleri, bütün hedef kitlelere en yüksek kısmi faydaları sağlamıştır. Bu yüzden toplam faydanın maksimum kılınmasında etkili olan hem nispi önem hem de kısmi faydalardan türetilmiş olan piyasa simülasyon modellerinde, *Kuzeydoğu Anadolu bölge orijinli özel markalı tam yağlı organik çiğ sütlerden* oluşan profillerin en yüksek piyasa paylarına sahip oldukları analiz edilmiştir.

Araştırma sonuçları, aynı zamanda yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde içme sütü tüketen gruplar ile toplam tüketicilerin özel markalı organik içme sütü satın alma kararları üzerinde 21 kart numaralı profilin %100 toplam fayda sağlayarak, *Kuzeydoğu Anadolu orijinli organik çiğ* (ısıl işlem görmemiş) *sütlerin* en yüksek piyasa payına sahip olduklarını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, ikinci ve üçüncü sırada en yüksek piyasa payına sahip ürün profilleri, sırasıyla *orta fiyat seviyesinden işlem gören Kuzeydoğu Anadolu ve düşük fiyat seviyesinden işlem gören Doğu Karadeniz orijinli organik ham içme süt* seviyeleri ile oluşturulmuştur. Ancak *Marmara veya Ege bölgesi orijinli organik ham sütlerin* piyasa payları oldukça düşük düzeylerde seyretmiştir.

Sonuç olarak; perakende düzeyinde hedef tüketici kitleleri ile toplam tüketicilerin tüketim memnuniyetlerinin maksimum kılınabilmesi için bölgede faaliyet gösteren ve önemli bir yayılım etkisine sahip süt ve süt ürünleri imalatçıların özel markaları altında düşük ve orta fiyat seviyelerinde öncelikle *Kuzeydoğu Anadolu* ve daha sonra *Doğu Karadeniz*, yüksek fiyat seviyelerinde ise *Kuzeydoğu Anadolu bölge orijinli organik tam yalı ham sütlerin* gerçek mamul imajları ile konumlandırılmaları, hem tüketim memnuniyeti hem de arz zincirinde fonksiyon gösteren piyasa aktörlerine önemli katkılar sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2014. <http://apelasyon.com/Yazi/cografisi-avrupanin-neresindeyiz>. Erişim: 15.03.2016
- Anonim, 2015. <http://www.gidahatti.com/cografisi-urunler-icin-strateji>. [Erişim: 15.03.2016]
- Aprile, M.C. and Gallina, G., 2008. Quality perception using signals on food label: An analysis on Italian consumers. *18<sup>th</sup> Annual IAMA Symposium*.
- Bonany, J., Buehler, A., Carbo, J., Codarin, S., Donati, F., 2013. Consumer eating quality acceptance of new apple varieties in different European countries. *Food Quality and Preference*, 30 (2013): 250-259.
- Cernea, C., 2011. Protected geographical origins. A study of Danish consumers' willingness to pay for domestic protected geographical indication cheese products. *Aarhus, Denmark; Aarhus University, Master's thesis*.
- Chamorro, A., Rubio, S. and Miranda, F.J., 2014. The region of origin (ROO) effect on purchasing preferences: The case of a multiregional designation of origin. *British Food Journal*, 117 (2): 820-839.
- Denver, S. and Jensen, J.D., 2014. Consumer preferences for organically and locally produced apples. *Food Quality and Preference*, 31 (2014): 129-134.
- FAOSTAT, 2013. Food supply-crops primary equivalent and crop production. <http://www.faostat.fao.org>. [Erişim: 18.03.2016]
- Fotopoulos, C. and Krystallis, A., 2001. Are quality labels a real market advantage? A conjoint application on Greek PDO olive oil. *Journal of International Food and Agribusiness*, 12: 1-22.
- Fotopoulos, C. and Krystallis, A., 2003. Quality labels as a marketing advantage. *European Journal of Marketing*, 37: 1350-1374.
- Fotopoulos, C., Krystallis, A. and Anastasios, P., 2011. Portrait value questionnaire's (PVQ) usefulness in explain quality food-related consumer behaviour. *British Food Journal*, 113: 248-279.
- Green, P.E. and Krieger, A.M., 1991. Segmenting markets with conjoint analysis, *Journal of Marketing*, 55 (4): 20-31.
- Groot, E. and Albusi, L.M., 2009. Maxdiff approaches for PDO Calanda peaches (Spain). *113<sup>th</sup> EAAE Symposium*, Chania, Greece.
- Groot, E. and Albusi, L.M., 2015. A bottom-up model to describe consumers' preferences towards late season peaches. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13 (4): 1-13.
- Grunert, K. G. and Aachmann, K., 2016. Consumer reactions to the use of EU quality labels on food products. *Food Control*, 59 (1):178-187.
- Hassan, D., Monier-Dilhan, S. and Orozco, V., 2011. Measuring consumers' attachment to geographical indication. *Journal of Agricultural and Food Industrial Organisation*, 9 (1): 35-50.
- Kalaycı, S., 2005. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti, Ankara.
- Konopacka, D., Jesionkowska, K., Kruczynska, D. Stehr, R., Schoorl., F., 2010. Apple and peach consumption habits across European countries. *Appetite*, 55 (2010): 478-483.
- Küçükkömürler, S. ve Karakuş, S.Ş., 2009. Elma, sağlık ve kültür. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (1): 183-186.
- Michaelidou, N. and Hassan, L.M., 2010. Modelling the factors affecting rural consumers' purchase of organic and free-range produce: A case study of consumers' from the Island of Arran in Scotland, UK. *Food Policy*, 35 (2): 130-139.
- Monier, S., Hassan, D., Nichele, V. and Simioni, M., 2009. Organic food consumption patterns. *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization*, 7 (special issue): 1-12.



- Munoz, C.X., Johnson, E.C., McKenzie, A.L., Guelinckx, I., Graverholt, G., Casa, D.J. and Armstrong, L.E., 2014. Habitual total water intake and dimensions of mood in healthy young women. *Appetite*, 92 (1): 81-86.
- Murphy, M., Cowan, C., Meehan, H. and O'Reilly, S., 2004. A conjoint analysis of Irish consumer preferences for farmhouse cheese. *British Food Journal*, 106 (4): 288-300.
- Oğuz, C ve Karaçayır, H.F., 2009. Türkiye’de elma üretimi, tüketimi, Pazar yapısı ve dış ticaret. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2 (1): 41-49.
- Peneau, S., Hoehn, E., Roth, H.R., Escher, F. and Nuessli, J., 2006. Importance and consumer perception of freshness of apples. *Food Quality and Preference*, 17 (2006): 9-19.
- SPSS Conjoint 20.0, 2015. SPSS Base 15 User’s Guide, pp. 161-184. Chicago, IL.
- Teuber, R., 2011. Consumers’ and producers’ expectations towards PGI: Empirical evidence for a German case study. *British Food Journal*, 113: 900-918.
- Tsakiridou, E. Mattas, K. and Mpletsa, Z., 2009. Consumers’ food choices for specific quality food products. *Journal of Food Products Marketing*, 15: 200-212.
- Topcu, Y., 2015. [Turkish consumer decisions affecting ice cream consumption](#). *Italian Journal of Food Science*, 27 (1): 1-11.
- TPE, 2016. Coğrafi işaretli ürünler. Türk Patent Enstitüsü, <http://www.pte.com.tr>. [Erişim: 15.03.2016]
- TUIK, 2013. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> [Erişim: 15.03.2016]
- TUIK, 2015. Bitkisel üretim tüketim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> [Erişim: 15.03.2016]
- Vecciho, R. and Annunziata, A., 2011. The roll of PDO/PGI labelling in Italian consumers’ food choices. *Agricultural Economic Review*, 12 (2): 80-98.

**AHLAT (*Pyrus elaeagnifolia* L.) MEYVESİNDEN ELDE EDİLEN PEKTİNİN  
KARAKTERİZASYONU**

**Dr.Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR, Büşra TÜYSÜZ, Doç.Dr. Enes DERTLİ , Doç.Dr. Engin ŞAHİN**

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**ÖZET**

Ülkemizde doğal olarak yetişen yabani armut (ahlat) Rosaceae familyası, Pomoideae alt familyası içerisinde bulunmakta olup Latince ismi *Pyrus elaeagnifolia*'dır. Anadolu'nun hemen hemen her bölgesinde yetişen ahlat bitkisi farklı iklim şartlarında da yetişebilmektedir. Öyle ki toprak ve iklim özellikleri bakımından benzeri birçok meyve türü için uygun olmayan, kireçli ve kurak topraklarda dahi yetişen kserofit bir bitki olarak bilinmektedir. Ahlat ağacı meyvesi siyah ve beyaz renkte olmak üzere iki farklı şekilde yetişmektedir. Meyveleri oldukça sert yapıda olup meyvelerinin buruk bir tadı vardır. Bilinen birçok faydası sayesinde alternatif tıpta sıkça tercih edilen bir meyve türüdür. Bu meyvenin içeriğinde C vitamini, B vitamini, karoten, pektin, meyve asidi, şeker ve tanen bulunduğu ifade edilmektedir. Olgunlaşmadan tüketilmesi oldukça zor olan bu meyve türü taze veya kurutulmuş olarak tüketilebilir. Pektin bitkilerin hücre duvarlarında doğal olarak bulunan bir heteropolisakkarittir. Gıda endüstrisinde yaygın olarak jel oluşturucu, kıvam artırıcı ve stabilizatör olarak kullanılması ve meyvelerden özellikle turuncgiller ve elma kabuklarında bulunmasıyla fonksiyonel açıdan önemlidir. Bu çalışmada ahlat meyvesinden elde edilen pektinin kimyasal karakteristikleri FTIR ve termal karakteristikleri de TGA analizleri çerçevesinde ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Pektin, Ahlat meyvesi, kimyasal ve termal karakterizasyon

**CHARACTERIZATION OF THE PECTIN EXTRACTED FROM AHLAT FRUIT**

**ABSTRACT**

Wild pear (*Pyrus elaeagnifolia* L), naturally grown in Turkey is in the Pomoideae subfamily of Rosaceae family. This fruit can grow in all Anatolia and in several climatic conditions. It can grow in calcareous soil and arid places which are not favorable for most of the fruit types. Wild pear may be in black or white color and hard and has an acrid taste. Wild pear is used in alternative medical applications due to its benefits. This fruit contains C vitamins, B vitamins, caroten, pectin, fruit acid, sugar and tannin. Consuming before maturation is very difficult and it can be used in dried or fresh form. Pectin is a kind of heteropolysaccharide which exists in cell walls or cell spaces of different plants. Pectin is used in food industry as a gel maker, thickener, stabilizer in general. It is generally extracted from citrus, apple peel. In this study the pectin that extracted from wild pear is characterized structurally and for thermal properties by using FTIR and TGA analysis, respectively.

**Keywords:** pectin, ahlat fruit, structural and thermal characterization

## 1.GİRİŞ

Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve bu konumun getirisi olarak sahip olduğu iklimsel özellikleri sayesinde birçok meyve türüne ev sahipliği yapmakta ve bu özelliğinden dolayı dünya üzerindeki sayılı ülkeler arasında yerini almaktadır. Bu nedenle ülkemiz gerek doğal beslenme imkânları ve gerekse doğal tıbbi/aromatik bitki çeşitliliğine sahip olması bakımından dünyanın çok az yerinde rastlanabilecek derecede güzel bir ekosisteme sahiptir. Dünya'daki meyvecilik sektörü incelediğinde Türkiye, tür ve çeşit zenginliğinin yanı sıra, meyve bakımından zengin bir biyolojik çeşitlilik ve gen kaynağı potansiyelini barındırmaktadır. Bu yönüyle kültürü yapılsın veya yapılsın Türkiye'nin çok önemli oranda, sayısız meyve türünün genetik çeşitliliğine de ev sahipliği yaptığı anlaşılmaktadır (Vural, 2003).

Ahlat bitkisi doğada kendiliğinden yetişebilen yabani bir armut türüdür. Toplumda 'Yaban Armudu' olarak da bilinmektedir. Ahlat bitkisinin yetişmesi için iklim şartlarının pek bir önemi bulunmamaktadır. Bu nedenle bu bitki türü her iklimde kolayca yetişebilmektedir.

Ahlat boyu yaklaşık olarak 3-10 metreye kadar ulaşabilen bir bitki türü olarak yer almaktadır (Anonim, 2014). Ahlat ağacı yapraklarının tüyü oldukça fazla ve rengi ise koyu gridir. Meyvesi oldukça mayhoş bir kokuya sahiptir. Ahlat bitkisi dikenli ve sert bir yapıya sahiptir. Meyveleri ise sert olup kabızlığa neden olabilmektedir. Ahlat, hemen her ülkede ve bölgede yetişebilmektedir. Anadolu'nun birçok yerinde; orman açıklıklarında, kurak yerlerde, bozkırlarda özellikle ormandan açılmış tarlalarda çeşitli alıç türleri ile birlikte meyvesi ve gölgesi için bırakıldığı yerlerde yaygın olarak rastlanılan bir meyve türüdür (Keçeci, 2017). Dünyada, Avrupa ve Asya'nın çeşitli bölgelerinde yaklaşık 30 türü yaygın olarak bulunmaktadır. Anavatanı Anadolu olarak bilinen ahlat'ın, ülkemizde 11 türü bulunmaktadır.

Ahlat meyvesi vücudumuzda yer alan alkaloidleri düzenlemekte ve sakinleştirici özellik göstermektedir. Aynı zamanda idrar yollarında meydana gelen sorunları kısa sürede ortadan kaldırmakta ve idrar sökücü olarak kullanılabilir. Zehirli haşere sokmalarında zehrin etkisini yok etmekte ve kalbin çalışma işlevinin kuvvetlenmesini sağlamaktadır. Bitkinin içeriğinde karoten, tanen, şeker, meyve asidi ve pektin yer almaktadır (Anonim, 2018).

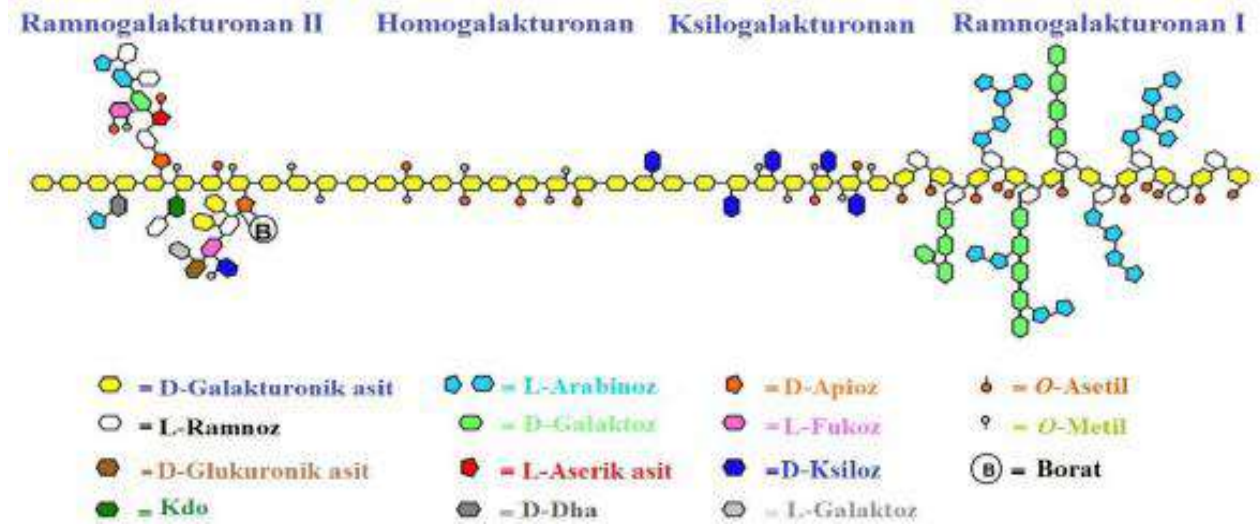
Pektin, yüksek yapılı bitkilerin tamamında bulunmaktadır. Pektin orta lamelde birincil hücre duvarı ile hücrelerarası alanlar içinde bulunan ve karmaşık yapıya sahip heteropolisakkarit bir bileşendir (Babbar vd., 2016; Müller-Maatsch vd., 2016; Raji vd., 2017; Grassino vd., 2018). Pektin, hücre duvarı polisakkaritleri arasında önemli bir yere sahip olmasının yanında gıda ve biyomedikal uygulamalarında da yaygın olarak kullanılmaktadır (Shpigelman vd., 2015; Mierczyńska vd., 2017). Fransız kimyager Louis Nicolas Vauquelin tarafından 1790 yılında ilk kez elma suyunda tespit edilen pektin 1825 yılında Fransız kimyager Henri Braconnot tarafından izole edilmiştir. "Pektin" ismi Yunanca'da katılaştırıcı ve sertleştirici anlamına gelen pektikos kelimesinden türetilmiştir. Daha sonralarında pektin, farklı bilim dallarında birçok bilim insanı tarafından yoğun şekilde araştırmalara ve çalışmalara konu olmuştur (Şimşek, 2013; Chan vd., 2017).

Kaynağı, bitkideki yeri ve ekstraksiyon metoduna bağlı olarak pektinin kimyasal yapısı, heterojen özellik göstermektedir (Müller-Maatsch vd., 2016). Pektin, D-galakturnik asitçe zengin polisakkarit ve önemli oranda L-ramnoz, Darabinoz ve D-galaktoz gibi 13 farklı monosakkaritin bir araya gelmesi ile oluşmaktadır (Naqash vd., 2017; Marić vd., 2018).

Pektinin yapısında polisakkaritler bakımından en fazla homogalakturnan, ramnogalakturnan I ve II ile ksilogalakturnan bulunmaktadır. Pasandide vd., (2017) pektinin %50-90 düzeyinde

homogalakturnandan oluştuğu bildirilmektedirler. Pektin molekülünün yapısında lineer zincir (düz bölge, smooth) ve yan zincirler (dallı, hairy) bulunmaktadır. Şekil 1’de de gösterildiği gibi homogalakturnanlar düz bölgeleri oluştururken, ramnogalakturnanlar ise dallı bölgeyi oluşturmaktadırlar (Naqash vd., 2017; Marić vd., 2018).

Pektinler deesterifikasyon derecesine göre düşük metoksilli ve yüksek metoksilli pektin olarak ikiye ayrılırlar. Ticari yüksek metoksilli (high-methoxyl pectin, HMP) pektinlerin deesterifikasyon derecesi %60-75 arasındayken bu oran düşük metoksilli (low-methoxyl pectin, LMP) pektinlerde %20-40 arasındadır. Bu iki grup pektinin jelleşme özellikleri birbirinden farklıdır. Yüksek metoksilli (HMP) pektinin jel oluşturabilmesi için az miktarda pektin ve dar bir pH aralığı gerekmektedir. (Canteri-Schemin vd., 2005; Abid vd., 2017; Naqash vd., 2017; Baldino vd., 2018; Marić vd., 2018).



Şekil 1. Pektinin Kimyasal Yapısı (Kdo, 3-deoksi-D-manno-2-oktulosonik asit; Dha, 3-deoksi-D-likso-2- heptulosarik asit) (Harholt vd., 2010 ‘dan türetilmiştir)

HMP sıcaklıkla bozulabilir bu nedenle pH<3.5 koşullarında, konsantrasyonu %55’ in üzerindeki sakkaroz çözeltisi ile ısıtıldığında, kolay bir şekilde jelleşebilmektedirler. LMP’in jel oluşturabilmesi için ortamda Ca<sup>+2</sup> iyonlarına ihtiyaç vardır (Seggiani vd., 2009; Pereira vd., 2016). LMP, HMP gibi pH’ya karşı hassas değildirler (Rolin 1993; Novosel’skaya vd., 2000; Mukhiddinov vd., 2000).

Pektin (E 440); beslenme, gıda, ilaç, sağlık ve kozmetik sektöründe jelleştirici, stabilizatör, kıvam arttırıcı, parlatici, korozyon önleyici ve emülgatör olarak kullanılan bir katkı maddesidir (May, 1990; Morales-Contreras vd., 2018). Pektinin bazı şekerlemelerde, içeceklerde ve süt ürünlerinde stabilizatör; reçel gibi gıdalarda jelleştirici ajan; dondurmada, salata soslarında ve emülsifiye et ürünlerinde yağ yerine geçen madde olarak kullanıldığı aktarılmaktadır. Ayrıca; ilaç ve tıp alanlarında glikoz miktarını ve kan kolesterol seviyesini düşürücü, kanser önleyici, bağışıklık sistemini geliştirici, ilaç formülasyonlarında bağlayıcı ve kilo vermede yararlı olduğu belirtilmektedir (Abid vd., 2017; Grassino vd., 2016b, 2018; Pasandide vd., 2017; Raji vd., 2017; Baldino vd., 2018). Belirtilen kullanım alanlarının dışında pektin, nanoemülsiyonlar ve enkapsülasyonda taşıyıcı polimer olarak kullanılabilir (Grassino vd., 2018; Mungure vd., 2018).

Pektinin geniş kullanım olanaklarından dolayı gün geçtikçe dünya çapında talebi artmaktadır (Raji vd., 2017). Dünya genelinde Almanya ve ABD pektin üretiminde önemli pazar payına

sahip ülkelerdir. 2015 yılı verilerine göre, yıllık üretim miktarı 60 bin ton civarında olan pektinin satış fiyatı 15 \$/kg olup küresel market değerinin 1 milyar dolara yaklaştığı bilinmektedir (Cirimina vd., 2016).

Ülkemizde pektin üretimi olmamakla birlikte, pektinin Avrupa kaynaklı firmalardan ithal edildiği bilinmektedir. Günümüzde, ticari amaçla kullanılan pektinler birincil kaynak olarak turuncuğil kabuğundan (%85.5), ikincil kaynak olarak elma posasından (%14) ve daha az şeker pancarı posası (%0.5) elde edilmektedir (Chan vd., 2017).

Gıda artıkları, pektik polisakarit kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Tarım ve gıda endüstrisi artıklarının; hayvanların beslenmesinde, gübre üretiminde ve biyoenerji üretiminde önemli rolü olduğu bilinmektedir. Ancak bu atıklardan gıda teknolojisinde daha değerli ürünlerin elde edilmesinde kullanımı açısından çalışmalar hız kazanmaktadır (Moorthy vd., 2015; Müller-Maatsch vd., 2016).

Son yıllarda, pektin kaynağı olarak limon, portakal ve elma gibi hammaddelerin yanı sıra pomelo kabuğu (Quoc vd., 2015), ayçiçeği (Kang vd., 2015), nar kabuğu (Moorthy vd., 2015; Abid vd., 2017), karpuz kabuğu (Petkiewicz vd., 2017), havuç (Şimşek, 2013; Jafari vd., 2017), domates (Grassino vd., 2016a; Morales-Contreras vd., 2018), şeker pancarı (Huang vd., 2018) ve muz (Oliveira vd., 2016) gibi kaynaklar da çalışmalara konu olmaktadır. Bu çalışmada, yabani meyve türü olan Ahlat meyvesinden pektin eldesi ve elde edilen pektinin karakterizasyonu konu alınmaktadır.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

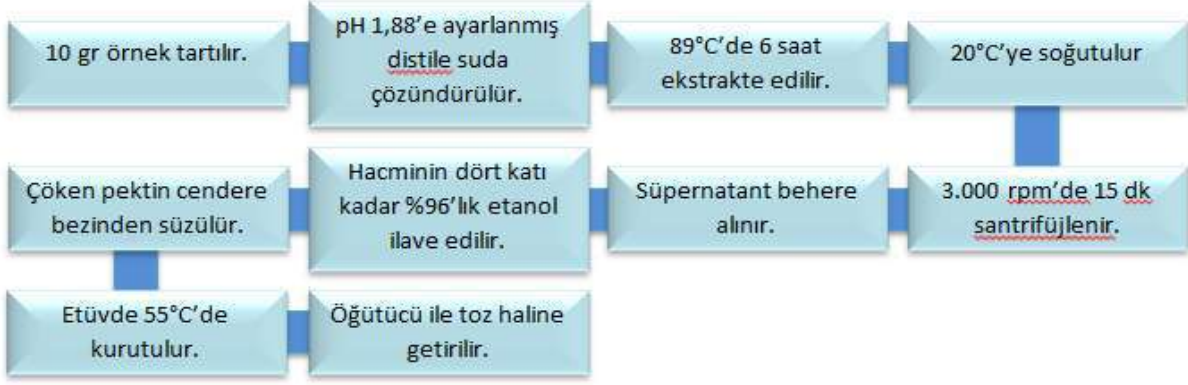
### 2.1.Örneklerin Toplanması

Bu çalışmada kullanılan Ahlat (*Pyrus eleagrifolia*) meyvesi Bayburt ilinin yerel pazarından temin edilmiştir.

### 2.2. Ahlat (*Pyrus eleagrifolia*) Meyvesinden Pektin Eldesi

Kliemann ve ark., (2009)'un uyguladıkları metot referans alınmış ve bu metotta bazı değişikliklere gidilerek pektin eldesi gerçekleştirilmiştir.

Ahlat meyvesinin kuruması için 1 gece 60°C de bekletilmiştir. Saf suyun pH'sı 1,88'e ayarlanıp 1:25 oranı elde edilecek şekilde kurutulmuş meyve eklenerek manyetik karıştırıcıda (IKA C-MAG HS 7, Almanya) 89°C'ye ısıtılıp 6 saat ekstraksiyon yapılmıştır. 20°C ye soğutulan ekstrakt, 3.000 rpm'de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Süzüntü kısmı boş bir beher içine alınarak hacminin dört katı kadar %96'lık etil alkol ilave edilmiştir. Çöken pektin cendere bezi yardımıyla süzülüp %96'lık etil alkol ile yıkanmıştır. Son olarak elde edilen pektin 55°C'de etüvde bir gece bekletilerek kurutulup öğütücüde toz haline getirilmiştir. Şekil 2'de pektin eldesinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 2. Pektin eldesinin akım şeması

### 2.3. FT-IR analizi

Pektinin kimyasal gruplarının belirlenmesi adına FT-IR spektroskopisi analizi uygulanmıştır. Ölçümlerin her biri havaya göre background alınarak yapılmış olup çözünürlük değeri  $4 \text{ cm}^{-1}$  olmak üzere  $400-4000 \text{ cm}^{-1}$  bandında ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir. Numuneye ilişkin ölçümler cihazın sahip olduğu kütüphanedeki veriler ile karşılaştırılmış ve çıkan sonuçlar pektin ile eşleştirilmiştir.

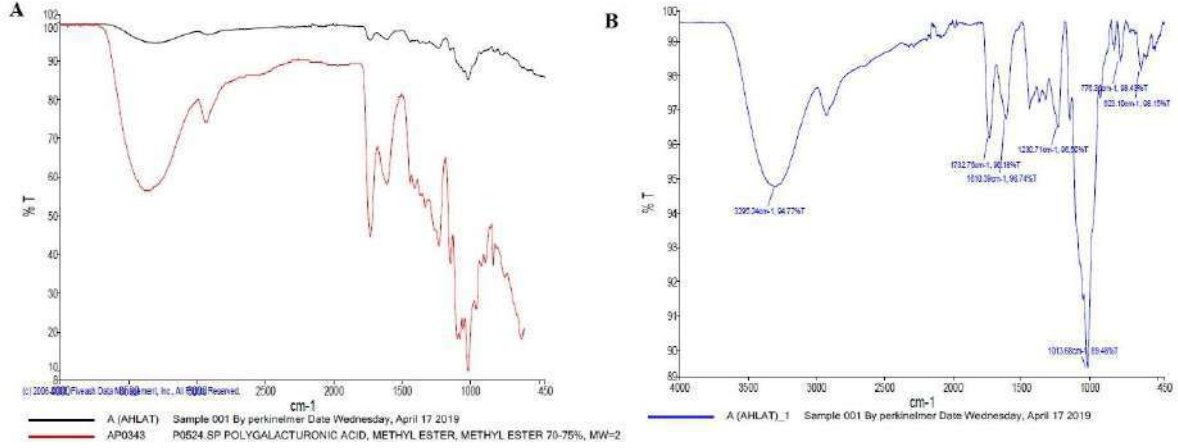
### 2. 4. Termogravimetrik Analizi (TGA)

Pektinin termal karakterizasyonu PerkinElmer Simultaneous Thermal analyser STA 8000 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla pektin  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tablaya yerleştirilmiş ve sıcaklıkta doğrusal olarak  $10^\circ\text{C}/\text{dk}$  artış sağlanarak  $25-800^\circ\text{C}$  aralığında termal enerjiye maruz bırakılmıştır. Ölçümler  $100 \text{ ml}/\text{dk}$  akış hızı olacak şekilde hava atmosferinde gerçekleştirilmiştir.

## 3. BULGULAR

### 3.1. FT-IR ile Moleküler karakterizasyon

Şekil 3'de ahlat pektinine ait cihazın kütüphanesi ile karşılaştırma neticesinde ortaya çıkan (Şekil 3A) ve pektine ait detaylı FT-IR spektrumları verilmiştir (Şekil 3B). Elde edilen sonuç spektranın tipik pektin spektrası olduğunu ortaya koymakta olup ekstraksiyonun başarılı bir şekilde gerçekleştiği de anlaşılmaktadır. Ahlat pektinin spektrasında  $1000-1150 \text{ cm}^{-1}$  arası CC ve CO gruplarını göstermektedir.  $1100-1250 \text{ cm}^{-1}$  arasındaki absorpsiyon bantları, pektinin halka yapısında bulunun (OH)COOH grubunu göstermektedir.  $1600-1800 \text{ cm}^{-1}$  arasındaki bölge pektinin spesifik bölgesidir. Pektinin tanımlanmasında ve kalitesinin belirlenmesinde  $160-1800 \text{ cm}^{-1}$  bölgesi kullanılmaktadır.  $1610 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1732 \text{ cm}^{-1}$  bantları pektinin serbest ve esterleşmiş karboksil gruplarını göstermektedir.  $3295 \text{ cm}^{-1}$  pektinde bulunan hidroksil grubunu göstermektedir (Lin ve ark., 2010). Tablo 1 de ahlat pektininde bulunan fonksiyonel gruplara ait bant spektrumları verilmiştir.



Şekil 3. Ahlat pektinine ait FT-IR spektrum

Tablo 1. Ahlat pektinine ait fonksiyonel grupları gösteren bant aralıkları

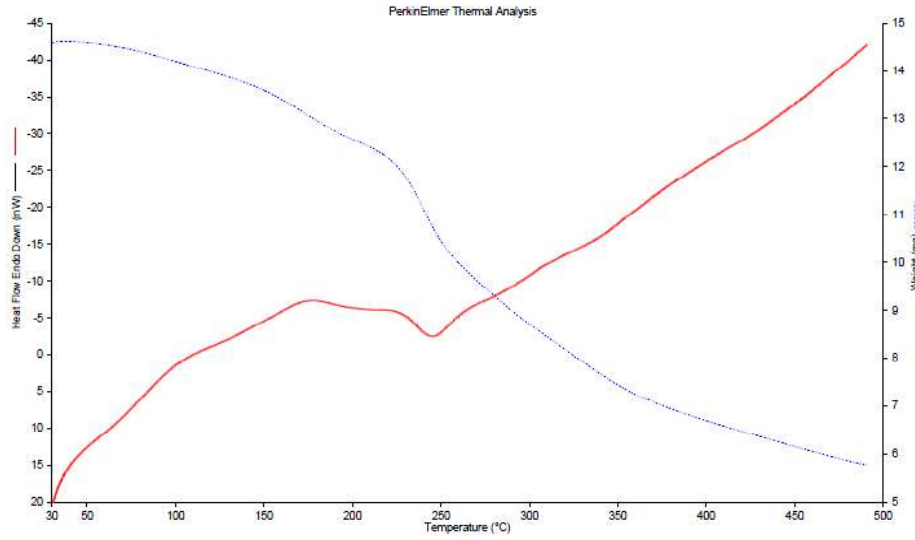
Dalga Sayısı (cm <sup>-1</sup> )	Titreşim Türü
3295.24 cm <sup>-1</sup>	$\nu(\text{OH})$
2930 cm <sup>-1</sup>	$\nu(\text{CH})$
1732.76 cm <sup>-1</sup>	$\nu(\text{C}=\text{O})_{\text{COOH}}$ esterleşmiş karboksil gruplarını
1610.39 cm <sup>-1</sup>	$\nu_{\text{as}}(\text{COO}^-)$
1230.71 cm <sup>-1</sup>	$\delta(\text{OH})_{\text{COOH}}$
1013.68 cm <sup>-1</sup>	$\nu(\text{CC})(\text{CO})$
776.36 cm <sup>-1</sup>	<b>Ring 'brezzing'</b>
623.1 cm <sup>-1</sup>	-

## 2.2. Termal Gravimetrik Analiz (TGA)

Şekil 4. ahlat pektinin TGA eğrisini göstermekte olup ahlat pektinin TGA profili üç farklı bölge noktasında ortaya çıkmıştır: 50-225°C, 225-275°C, 375-500°C.

İlk bölge, ahlat pektinin bünyesindeki suyun, sıcaklık artışıyla buharlaşması sonucu küçük bir ağırlık kaybı olarak açıklanabilir. İkinci bölgede ise, polisakkaritlerin bozunmasından dolayı meydana gelen büyük bir kayıp (yaklaşık %41) olmuştur. Bu ayrışma galakturonik asit zincirlerinin yoğun termal bozulmasının başlangıcı olarak açıklanabilir.

Yavaş kütle kaybının gözlemlendiği üçüncü bölgede, pirolitik sıcaklık arttıkça poliaromatik yapılar içeren kısım kısmen tahrip edilmiştir (Zhou vd., 2011). Buna göre üçüncü bölge sonunda, ahlat pektinin kütle kaybının yaklaşık %72 olduğu görülmüştür. Bu durum ahlat pektinin termal açıdan oldukça dirençli bir yapıda olduğunu anlaşılmıştır notasında önem arz etmektedir.



Şekil 4. Ahlat pektini TGA analizi

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Yabani meyveler arasında önemli bir yere sahip Ahlat'tan pektin ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen pektinin fonksiyonel gruplarının karakterizasyonu amacıyla FT-IR analizi uygulanmıştır. Ahlatın FR-IR karakterizasyonu spektrada yer alan  $1610,39\text{ cm}^{-1}$  ve  $1732,76\text{ cm}^{-1}$  bantlarının pektinin serbest ve esterleşmiş karboksil gruplarını,  $2930\text{ cm}^{-1}$  bantının galakturonik asitin yapısında bulunan metil esterlerin metil grubunu,  $3295,95\text{ cm}^{-1}$  de yer alan bantın ise pektinde bulunan hidroksil gruplarının bulunduğunu göstermiştir. TGA analizi ise elde ettiğimiz pektinin farklı sıcaklıklardaki bozunma durumu incelenmiş olup, elde ettiğimiz profil pektinin ısıl direncinin önemli oranda yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Pektin; jel oluşturma özelliğinden yararlanan, en önemli kullanım alanı gıdalar olan bir katkı maddesidir. Bu nedenle pektin; reçel, marmelat, jelle gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Reçel, marmelat, jelle gibi ürünlerin üretiminde yüksek sıcaklıklarda işlemler yapılır ve bu ürünlerin üretiminde kullanılan pektinin bozunma derecesinin yüksek olması gerekmektedir. Elde ettiğimiz pektin  $\sim 250^\circ\text{C}$ 'lerden sonra kimyasal olarak bozunmaya başlamaktadır. Bu özellikleri ile Ahlat meyvesinden elde edilen pektinin yüksek ısıl işlem gerektiren hallerde gıda sanayinde kullanıma uygun olabileceği sonucuna varılmıştır. Coğrafi konum ve iklimsel avantajlar sayesinde sahip olduğumuz bitki popülasyonunun doğru ve etkili kullanımı sonucunda ülkemizdeki yabani meyve türleri ile pektin üretimi konusunda ilerleme kaydedilebileceği düşünülmektedir.



## KAYNAKÇA

- Abid, M., Cheikhrouhou, S., Renard, C.M.G.C., Bureau, S., Cuvelier, G., Attia, H. Ayadi, M.A. (2017). Characterization of pectins extracted from pomegranate peel and their gelling properties. *Food Chem*, 215: 318–325.
- Anonim, 2014. <http://www.sifalibitkileriniz.com/sifali-bitkiler/a/ahlat-meyvesinin-faydalari.html>
- Anonim, 2018. <http://bilgicem.com/sifali-bitkiler/ahlat-nedir-nerede-yetisir-faydalari-ve-zararlari-nelerdir/>
- Babbar, N., Dejonghe, W., Gatti, M., Sforza, S. Elst, K. (2016). Pectic oligosaccharides from agricultural by-products: production, characterization and health benefits. *Crit Rev Biotechnol*, 36: 594–606.
- Baldino, N., Mileti, O., Lupi, F.R. Gabriele, D. (2018). Rheological surface properties of commercial citrus pectins at different pH and concentration. *LWT-Food Sci Technol*, 93: 124–130, DOI: 10.1016/J.LWT.2018.03.037.
- Canteri-Schemin, M.H., Fertoni, H.C.R., Waszczynskyj, N. Wosiacki, G. (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Braz Arch Biol Technol*, 48: 259–266.
- Chan, S.Y., Choo, W.S., Young, D.J. Loh, X.J. (2017). Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydr Polym*, 161: 118–139, DOI: 10.1016/J.CARBPOL.2016.12.033.
- Ciriminna, R., Fidalgo, A., Delisi, R., Ilharco, L.M. Pagliaro, M. (2016). Pectin production and global market. *Agro Food Indust Hi Tech*, 27: 17–20.
- DeVries J.A, M. Hansen, J. Søderberg and P.E Glahn, J.K. Pedersen, 1986. Distribution of methoxyl groups in pectins. *Carbohydrate polymers*. 6: 165-176.
- Grassino, A.N., Barba, F.J., Brnčić, M., Lorenzo, J.M., Lucini, L. Brnčić, S.R. (2018). Analytical tools used for the identification and quantification of pectin extracted from plant food matrices, wastes and by-products: A review. *Food Chem*, 266: 47–55, DOI: 10.1016/J.FOODCHEM. 2018.05.105.
- Grassino, A.N., Brnčić, M., Vikić-Topić, D., Roca, S., Dent, M. Brnčić, S.R. (2016a). Ultrasound assisted extraction and characterization of pectin from tomato waste. *Food Chem*, 198: 93–100, DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2015.11.095.
- Grassino, A.N., Halambek, J., Djaković, S., Rimac Brnčić, S., Dent, M. Grabarić, Z. (2016b). Utilization of tomato peel waste from canning factory as a potential source for pectin production and application as tin corrosion inhibitor. *Food Hydrocoll*, 52: 265–274
- Harholt, J., Suttangkakul, A. Scheller, H.V. (2010). Biosynthesis of pectin. *Plant Physiol*, 153:384–395
- Huang, X., Li, D. Wang, L. (2018). Effect of particle size of sugar beet pulp on the extraction and property of pectin. *JFood Eng*, 218: 44–49

- Jafari, F., Khodaiyan, F., Kiani, H. Hosseini, S.S. (2017). Pectin from carrot pomace: Optimization of extraction and physicochemical properties. *Carbohydr Polym*, 157: 1315–1322
- Kang, J., Hua, X., Yang, R., Chen, Y. Yang, H. (2015). Characterization of natural low-methoxyl pectin from sunflower head extracted by sodium citrate and purified by ultrafiltration. *Food Chem*, 180: 98–105
- Keçeçi, L.D., (2017). Hakkari yöresi üstün nitelikli ahlat (*Pyrus elaeagrifolia* L.) genotiplerinin bazı özelliklerinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın
- Kliemann, E., D.N.K. Simas, R.E. Amante, E.S. Prudencio, F.R. Teofilo, M.M.C. Ferreira and R.D.M.C. Amboni. (2009). Optimisation of pectin acid extraction from passion fruit pell (*Passiflora edulis flavicarpa*) using response surface methodology. *International Journal of Food Science and technology*. 44: 476-483.
- Kökösmanlı, M., Keleş, F. (2000). Erzurum’da yetiştirilen kızılıçık meyvesinin marmelat ve pulpa işlenerek değerlendirilmesi. *Gıda* 25(4): 289-298
- Lin, L., J. Cao, J. Huang, Y. Cai and J. Yao, 2010. Extraction of pectins with different degrees of esterification from mulberry branch bark. *Bioresource Technology*. 101: 3268-3273.
- Marić, M., Grassino, A.N., Zhu, Z., Barba, F.J., Brnčić, M. Rimac Brnčić, S. (2018). An overview of the traditional and innovative approaches for pectin extraction from plant food wastes and byproducts: Ultrasound-, microwaves-, and enzymeassisted extraction. *Trends. Food Sci Technol*, 76: 28– 37
- May, C.D. (1990). Industrial pectins: Sources, production and applications. *Carbohydr Polym*, 12: 79–99.
- Mierczyńska, J., Cybulska, J. Zdunek, A. (2017). Rheological and chemical properties of pectin enriched fractions from different sources extracted with citric acid. *Carbohydr Polym*, 156: 443–451
- Moorthy, I.G., Maran, J.P., Surya, S.M., Naganyashree, S. Shivamathi, C.S. (2015). Response surface optimization of ultrasound assisted extraction of pectin from pomegranate peel. *Int J Biol Macromol*, 72: 1323–1328
- Morales-Contreras, B.E., Rosas-Flores, W., Contreras-Esquivel, J.C., Wicker, L. Morales Castro, J. (2018). Pectin from Husk Tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.): Rheological behavior at different extraction conditions. *Carbohydr Polym*, 179: 282–289
- Mukhiddinov, Z.K, D.K. Khalikov, F.T. Abdusamiev, C.C. Avloev. (2000). Isolation and structural characterization of a pectin homo and ramnogalacturonan. *Talanta*. 53: 171-176
- Mungure, T.E., Roohinejad, S., Bekhit, A.E.-D., Greiner, R. Mallikarjunan, K. (2018). Potential application of pectin for the stabilization of nanoemulsions. *Curr Opin Food Sci*, 19: 72–76

- Müller-Maatsch, J., Bencivenni, M., Caligiani, A., Tedeschi, T., Bruggeman, G., Bosch, M., Petrusan, J., Droogenbroeck, B. Van, Elst, K. Sforza, S. (2016). Pectin content and composition from different food waste streams. *Food Chem*, 201: 37–45, DOI: 10.1016/J.FOODCHEM. 2016.01.012.
- Naqash, F., Masoodi, F.A., Rather, S.A., Wani, S.M. Gani, A. (2017). Emerging concepts in the nutraceutical and functional properties of pectin—A Review. *Carbohydr Polym*, 168: 227–239
- Novosel'skaya, I.L, N.L. Voropaeva, S. Semenova, S.S.H. Rashidova. (2000). Trends in the science and applications of pectins. *Chem Nat Compd*. 36: 1-10.
- Oliveira, T.Í.S., Rosa, M.F., Cavalcante, F.L., Pereira, P.H.F., Moates, G.K., Wellner, N., Mazzetto, S.E., Waldron, K.W. Azeredo, H.M.C. (2016). Optimization of pectin extraction from banana peels with citric acid by using response surface methodology. *Food Chem*, 198: 113–118
- Pasandide, B., Khodaiyan, F., Mousavi, Z.E. Hosseini, S.S. (2017). Optimization of aqueous pectin extraction from *Citrus medica* peel. *Carbohydr Polym*, 178: 27–33
- Pereira, P.H.F., Oliveira, T.Í.S., Rosa, M.F., Cavalcante, F.L., Moates, G.K., Wellner, N., Waldron, K.W. Azeredo, H.M.C. (2016). Pectin extraction from pomegranate peels with citric acid. *Int J Biol Macromol*, 88: 373–379
- Petkowicz, C.L.O., Vriesmann, L.C. Williams, P.A. (2017). Pectins from food waste: Extraction, characterization and properties of watermelon rind pectin. *Food Hydrocoll*, 65: 57–67
- Quoc, L.P.T., Huyen, V.T.N., Hue, L.T.N., Hue, N.T.H., Thuan, N.H.D., Tam, N.T.T., Thuan, N.N. Duy, T.H. (2015). Extraction of pectin from pomelo (*Citrus maxima*) peels with the assistance of microwave and tartaric acid. *Int Food Res J*, 22: 1637–1641.
- Raji, Z., Khodaiyan, F., Rezaei, K., Kiani, H. Hosseini, S.S. (2017). Extraction optimization and physicochemical properties of pectin from melon peel. *Int J Biol Macromol*, 98: 709–716
- Rolin, C., 1993. Pectin. In *Industrial gums*. Whistler RL, BeMiller JN (eds), (3rd edn), New York: Academic Press
- Seggiani, M., Puccini, M., Pierini, M., Giovando, S. Forneris, C. (2009). Effect of different extraction and precipitation methods on yield and quality of pectin. *Int J Food Sci Technol*, 44: 574–580
- Shpigelman, A., Kyomugasho, C., Christiaens, S., Loey, A.M. Van Hendrickx, M.E. (2015). The effect of high pressure homogenization on pectin: Importance of pectin source and pH. *Food Hydrocoll*, 43: 189–198
- Şimşek, S. (2013). Havuç mayşesi ve posasından elde edilen pektin ve modifiye pektinlerin özellikleri ve çevresel etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye, 85s.

- Vural, M., (2003). Türkiye'nin tehlike altındaki bitkileri. FAO/BM Tematik Grubu, Türkiye'de Biyolojik Çeşitlilik ve Organik Tarım Çalıştay Raporu, 15-16 Nisan 2003. D168-183
- Zhou, S., Xu, Y. B., Wang, C. H., & Tian, Z. F. (2011). Pyrolysis behavior of pectin under the conditions that simulate cigarette smoking. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 91(1), 232–240

## BAKTERİYOFAJLARIN BİYOKORUYUCU OLARAK GIDA SANAYİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Melike VURMAZ, Doç. Dr. EnginŞAHİN, Doç. Dr. Enes DERTLİ  
Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Bakteriyofajlar temel olarak bakterilere karşı etkili olan virüslerdir. Bakteriyofajlar Dünyada en yaygın bulunan mikrobiyal topluluk olup genel olarak bakterilerin bulunduğu bütün ortamlarda görülebilmektedir. Bu nedenle fajlar doğada yaygın bir şekilde bulunmaktadırlar. Deniz suyu, kanalizasyon, dere ve akarsu, kirli sular, termal sular, toprak, bitki, hayvan ve insan bağırsağı ile dışkı, gıdalar ve gıda işletmelerinde yüksek sayılarda bulunabilmektedirler. Bakteriyofajlar, bakterilerde çoğaldıkları için bakteri parazitidirler. Yani bakteriyofajlar insanlar, hayvanlar ve bitkiler için zararsızdırlar.

Son dönemde yeni antimikrobiklerin bulunma gerekliliği çerçevesinde gıda sanayiinde sorun oluşturan *Clostridium* türleri başta olmak üzere gıdaların bozulmasına neden olan bakterilere karşı bakteriyofajların kullanımı ön plana çıkmıştır. Bu çalışmada bakteriyofajlar ile ilgili yapılan son dönem çalışmalarına yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bakteriyofajlar, patojen mikroorganizmalar

## THE USE OF BACTERIOPHAGES AS A BIOPRESERVATIVE APPROACH IN FOOD INDUSTRY

### ABSTRACT

Bacteriophages are viruses that are effective against bacterial cells. Bacteriophages are the most abundant microbial group in the world and they can be presented in all environments where bacteria can exist. As a result of this issue, bacteriophages are very abundant in the environment. Bacteriophages can be presented in different niches including soil, sea waters, plants as well as animal and human gut and also they can be presented in foods and food plants. Bacteriophages do not attack the human cells and they are parasites for the microbial cells.

Recently, there is a growing interest for the identification of novel antimicrobials against detrimental microorganisms in food industry such as *Clostridium* species and bacteriophages are very good candidates as antimicrobials for food industry. From this perspective in this study the recent data on bacteriophages as biopreservatives was evaluated.

**Keywords:** Bacteriophages, pathogenic microorganisms

## GİRİŞ

Yiyeceklerde bulunan patojen mikroorganizmaları gıda maddesine zarar vermeden bakteriyofaj yardımıyla inhibe etmek mümkündür. Yapılan bu işleme “biyokontrol” veya “faj biyokontrol” denilmektedir. Faj biyokontrolü etkili ve doğal bir teknolojik yöntem olarak kabul edilmektedir. Bakteriyofajlar patojene özgü olması ve mikroflorayı bozmasını gıda güvenliği açısından eşsiz bir olanak sunmaktadır. Ayrıca fajların antimikrobiyal mücadele de kullanılması çevrede herhangi bir olumsuz etki yaratmaması fajları tercih etmenin nedenlerinden biridir. Ticari olarak üretilen fajların tüketiciler tarafından tercih edilmesinin nedenleri, organik gıdalarda kullanılabilir olması, faj preparatlarında katkı maddesi kullanılmaması sadece düşük tuz konsantrasyonlarında çözelti kullanılması ve maliyetinin nispeten düşük olmasıdır(Moye, Woolston, & Sulakvelidze, 2018).

Fajların en önemli avantajlarından biri de bakterilerin gösterdiği dirençte genellikle değişim göstermeleri ve yine bakteri gelişimini engellemeleridir. Ayrıca tekrarlanan bir üretimine gerek yoktur çünkü hedef bakteri olduğu sürece faj etkinliğini göstermektedir (Inal, 2003).

Fajlar protein kapsüllü virüslerdir ve kaptite bağlı kuyrukları bulunmaktadır. Bu kuyruklar fajın konakçı hücreleri tanıyıp yüzeye yapışmasını sağlamaktadır(Nobrega et al., 2018). Fajların iki farklı yaşam döngüsü vardır. Litik(virulent) ve lisojenik(ıslıman) olarak ayrılmıştır. Litik fajlar bakteri konağının metabolizmasının inhibisyonuna neden olur. Litik döngüde çoklu faj partiküllerinin ortama adaptasyonu ile patojen mikroorganizmaların lizise olmasına yol açmaktadır(Brovko, Anany, & Griffiths, 2012).

### **Bakteriyofajların Antibiyotiklere Alternatif Olarak Üretilmesinin Nedeni**

Antibiyotikler parazit veya patojen mikroorganizmaların enfeksiyonunda tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Fakat dozunun iyi ayarlanmaması, doğru teşhis yapılmaması ve kullanım süresi hayvan ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir(Joerger, 2003). Bakterilerin antibiyotik dirençliliğinin sürekli artması yeni antibiyotiklerin üretimine neden olmaktadır. Sürekli antibiyotik bileşimlerini değiştirmek fazla iş yapma, zaman kaybı ve maliyet kaybına neden olmaktadır(Lu & Collins, 2009). Ayrıca antibiyotikler spesifik olmadığı için bağırsak mikroflorasında diğer bakterilere de zarar verir böylece bağırsak problemlerine yol açabilmektedir. Antibiyotiklerin diğer bir dezavantajı da antibiyotiğin geliştirilmesinin çok uzun zaman almasıdır(Inal, 2003).

Gıda maddelerinde bulunan ve hastalık oluşturabilecek patojenlerden önemlileri, *Salmonella*, *Enterococcus*, *Serratia*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* ve *Listeria*'dir.(Tambe, Mulani, Kulkarni, & Sayyad, 2018).

### **Fajların Gıda Sanayinde biyokontrol olarak kullanımı**

#### *Listeria monocytogenes*

*Listeria monocytogenes*' nin gıdalarla alınmasıyla insanlarda beyin iltihaplarına, gastrointestinal semptomlara ve hamile annelerde bebek ölümlerine neden olmaktadır. *Listeria monocytogenes* gıdaların muhafazasında ve depolanması esnasında tespit edilmektedir ve 2-8°C' de yaşamlarını sürdürebilmektedir. Özellikle besin zinciri güvenliğini sağlama da büyük öneme sahiptir. Bu nedenle *L. monocytogenes* bulaşmış gıdalarda bakteriyofaj kullanılması bu bakterinin inhibe olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Ayrıca ticari olarak üretilen gıdalarda kullanılan katkı maddeleriyle kıyaslandığından bakteriyofajlar *L.monocytogenes*'e karşı daha etkili olduğu belirlenmiştir(Moye et al., 2018).

### *Salmonella spp.*

*Salmonella spp.* genellikle süt ürünleri, et ürünleri, kümes hayvanları ve deniz ürünleri, sebze, meyve ve tahıllarda bulunmaktadır. Gelişme aralığı çok geniş olduğu için endüstride oldukça önemlidir. *Salmonella spp.*'yi kontrol altına almak için çeşitli dezenfektanlar, biyositler ve antibiyotikler kullanılabilir. Fakat kullanılan bu kimyasallar gıdalarda tat, aroma ve tekstüründe olumsuz etki oluşturabilmektedir. Ayrıca antibiyotik kullanımı *Salmonella spp.*'yi inhibe etmede yetersiz olduğu belirlenmiştir. (Huang et al., 2018) yapmış olduğu çalışmada farklı kaynaklardan izole edilen faj grupları *Salmonella* suşları üzerine etkinliği incelenmiştir ve en iyi etkinliği bakteriyofaj LPST10 göstermiştir. Gıda maddesi olarak süt kullanılmıştır ve bu fajın 28°C'de sayısının en iyi aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

### *Shigella spp.*

*Shigella spp.* yıllardır dünya genelinde özellikle az gelişmiş ülkelerde ciddi ishal hastalıklarına neden olmaktadır. Bu patojen mikroorganizma özellikle çocuklarda yaygın olarak görülür ve antibiyotik dirençliliği oldukça yüksektir. *Shigella spp.* düşük dozlarda bile vücuda alınması ciddi enfeksiyonlara neden olabilmektedir (Thomas et al., 2019). (Jung & Ahn, 2016) 'ın yaptığı bir çalışmada farklı gıda mürünlerinde (marul ve tavuk) *S.boydii*'nin çalışmasını önlemek için *Shigella* bakteriyofajı kullanılmıştır. *Shigella* bakteriyofajı domuz dışkılarından izole edilmiş ve *Siprohviridae* familyasında yer almaktadır. Bu çalışmada önemli bulgulara ulaşılmıştır. *Shigella* bakteriyofajının *S.boydii* aktivitesini durdurduğu tespit edilmiştir.

### *Campylobacter jejuni*

Genellikle kanatlı hayvanların bağırsaklarında yüksek oranda görülen *Campylobacter* bulaşmadan sonra hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Kanatlı hayvanların bağırsaklarına iyi bir şekilde adapte olup kolonileşmektedir. Bu patojen mikroorganizma hayvanın derisine ve tüylerine de kontamine olmaktadır (Atterbury, Connerton, Dodd, Rees, & Connerton, 2003). Birkaç klinik çalışmada bu patojenin ishal yaptığının teşhisi konulmuştur (Black, Levine, Clements, Hughes, & Blaser, 1988)

Kanatlı karkasta *Campylobacter*'i inhibe etmek amacıyla endüstrilerde haşlama suyuna, karkas yıkamalarında ve soğutulmuş su depolarında hipoklorit kullanılmıştır. Fakat bu yöntem patojenlerin azalmasında etkisiz bir yöntem olmuştur. Atterbury ve ark.(2003)'de konağa özgü bakteriyofaj kullanmışlar. Kullanılan bu faj daha önce *E.coli*, *Enterococcus* ve *Vibrio* enfeksiyonlarına karşı koruyucu olarak kullanılmıştır. *Compylobacter* kontamine olmuş tavuk derisine enjekte edilen bakteriyofajın *Compylobacter*'in gelişimini engellediği ve bu patojenin olmadığı durumlarda da canlılığını devam ettirdiği belirlenmiştir (Atterbury et al., 2003).

Biyokontrol olarak güvenilir bir şekilde kullanılan bakteriyofajların biyokontrolünü sınırlayan etkenler de vardır. Örneğin fajlar 2-8°C depolama sıcaklığına ihtiyaç duyarlar, kimyasal kullanımı fajların etkisiz hale geçmesini sağlar ve ayrı olarak uygulanması gerekmektedir. Bir diğer hususta bakteriyofajlar tek bir patojene karşı etkili olabildiği için gıda maddelerinde buluna birden fazla patojene karşı etkili olmayacaktır (Moye et al., 2018).

## KAYNAKÇA

- Atterbury, R. J., Connerton, P. L., Dodd, C. E., Rees, C. E., & Connerton, I. F. (2003). Application of host-specific bacteriophages to the surface of chicken skin leads to a reduction in recovery of *Campylobacter jejuni*. *Appl. Environ. Microbiol.*, *69*(10), 6302-6306.
- Black, R. E., Levine, M. M., Clements, M. L., Hughes, T. P., & Blaser, M. J. (1988). Experimental *Campylobacter jejuni* infection in humans. *Journal of infectious diseases*, *157*(3), 472-479.
- Brovko, L. Y., Anany, H., & Griffiths, M. W. (2012). Bacteriophages for detection and control of bacterial pathogens in food and food-processing environment. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 67, pp. 241-288): Elsevier.
- Huang, C., Shi, J., Ma, W., Li, Z., Wang, J., Li, J., & Wang, X. (2018). Isolation, characterization, and application of a novel specific *Salmonella* bacteriophage in different food matrices. *Food research international*, *111*, 631-641.
- Inal, J. M. (2003). Phage therapy: a reappraisal of bacteriophages as antibiotics. *ARCHIVUM IMMUNOLOGIAE ET THERAPIAE EXPERIMENTALIS-ENGLISH EDITION-*, *51*(4), 237-244.
- Joerger, R. (2003). Alternatives to antibiotics: bacteriocins, antimicrobial peptides and bacteriophages. *Poultry science*, *82*(4), 640-647.
- Jung, L.-S., & Ahn, J. (2016). Evaluation of bacteriophage amplification assay for rapid detection of *Shigella boydii* in food systems. *Annals of Microbiology*, *66*(2), 883-888.
- Lu, T. K., & Collins, J. J. (2009). Engineered bacteriophage targeting gene networks as adjuvants for antibiotic therapy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(12), 4629-4634.
- Moye, Z., Woolston, J., & Sulakvelidze, A. (2018). Bacteriophage applications for food production and processing. *Viruses*, *10*(4), 205.
- Nobrega, F. L., Vlot, M., de Jonge, P. A., Dreesens, L. L., Beaumont, H. J., Lavigne, R., . . . Brouns, S. J. (2018). Targeting mechanisms of tailed bacteriophages. *Nature Reviews Microbiology*, *1*.
- Tambe, S. P., Mulani, M. S., Kulkarni, S., & Sayyad, A. (2018). BACTERIOPHAGES AS A BIOCONTROL AGENT AGAINST FOOD BORNE PATHOGENS.
- Thomas, A. K., Preetha, S., Omanakuttan, A., Vidyullata, L., Ashokan, A., Rajachandran, V., & Chattopadhyay, S. (2019). Mutational convergence acts as a major player in adaptive parallel evolution of *Shigella* spp. *Scientific reports*, *9*(1), 3252.



## FONKSİYONEL GIDA KAVRAMI VE POST-BİYOTİKLER

Büşranur ÇANAĞCI, Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR, Doç. Dr. Engin ŞAHİN, Doç. Dr. Enes DERTLİ

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Fonksiyonel gıda kavramı sağlık açısından belirli yararlar sağlamak için gıda maddelerinin probiyotikler, nütrosotikler gibi fonksiyonel bileşenlerce zenginleştirilmesi sonucu üretilen gıda maddeleri için kullanılan bir terimdir. Dünyada fonksiyonel gıda pazarı her geçen gün artmakta ve tüketicilerin fonksiyonel gıdalara olan ilgisi hızla yükselmektedir. Son dönemde fonksiyonel gıdaların üretimi noktasında sağlık açısından yararlı probiyotiklerin canlı hücreler şeklinde gıda maddelerine ilavesinin yanı sıra bu yararlı bakterilerin canlılıklarını kaybetmesi, önemli metabolitleri veya parçalanmış hücreler şeklinde gıdalarda bulunması ve böylece sağlık açısından yararlı etkiler oluşturmak noktasında kullanılan Post-biyotik kavramı oluşmuştur. Post-biyotikler canlı hücreler tarafından üretilen çözünebilir bileşenleri veya hücrelerin parçalanması neticesinde oluşan enzimler, peptitler, teichoik asit, peptidoglikan, ekzopolisakkaritler gibi hücre elementleri, hücre proteinleri ve organik asitleri içeren bir kavramdır. Post-biyotiklerin sağlık açısından belirli yararlı bulunmakta olup bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada post-biyotik kavramı ele alınmış olup bu bileşenlerin fonksiyonel gıda üretimi noktasındaki önemleri tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Probiyotikler, Fonksiyonel Gıda, Post-biyotikler

### FUNCTIONAL FOOD CONCEPT AND POST-BIOTICS

#### ABSTRACT

Functional food concept is a term used for foodstuffs produced as a result of enrichment of food ingredients by functional components such as probiotics and nutrients to provide certain benefits in terms of health. The functional food market in the world is increasing day by day and the consumers are rapidly increasing in relation to the functional foods. Recently, in addition to the addition of food probiotics in the form of living cells to the foodstuffs in the production of functional foods, the post-biotic concept which is used to lose the vitality of these beneficial bacteria, to be found in foods in the form of important metabolites or disintegrating cells and thus to create beneficial effects for health. Post-biotics are a concept that involves cellular components, cellular proteins and organic acids, such as enzymes, peptides, teichoic acid, peptidoglycan, exopolysaccharides, which are formed by the degradation of soluble components or cells produced by living cells. Post-biotics are found to be useful in terms of health and further studies are needed. In this study, the concept of post-biotic is discussed and the importance of these components in functional food production is discussed.

**Keywords:** Probiotics, Functional Food, Post-biotics

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda hem gıda endüstrisi hem de tüketiciler tarafından “fonksiyonel besinler” kavramına duyulan ilgi giderek artmaktadır. Atalarımızın tükettiği besinlerden uzak, yeni beslenme alışkanlıklarının kazanılmasıyla “modern” hastalıklara daha fazla yakalandığımız fikri son dönemde zihinlerde fazla yer edinir olmuştur. Hala geleneksel beslenme alışkanlıklarına uyan topluluklarda kanser, kalp hastalıkları ve artrit gibi hastalıkların nadir görüldüğü ve bu insanların daha uzun ömre sahip oldukları düşünülmektedir.

Fonksiyonel gıdalar, vücudumuzun ihtiyacı olduğu temel besinleri karşılamakla birlikte fizyolojik etki sağlayarak vücudu hastalıklardan koruyan besinlerdir. Bu grup ürünler özel diyet amaçlı besinler, tıbbi besinler, nötrasötikler ve tasarlanmış besinler olarak da tanımlanmaktadır (Bahar vd., 2006).

Fonksiyonel gıda kategorisine giren besinlerin başlıcaları; değişik türdeki sebze ve meyveler, yemeklere lezzet katıcı olarak kullanılan çeşitli bitkiler, soya fasulyesi ve diğer kuru baklagiller ve saflaştırılmamış tahıl ürünleridir (Baysal, 2002). Bu besinleri diyetlerinde tüketen insanlar vücutlarını hastalıklardan koruyarak hastalıklara karşı daha dirençli hale gelmektedirler.

Hastalıkların tedavisinde etkili olan veya önlenmesine yardımcı olup toksik olmayan maddeler ise nutrasötiklerdir. Besinlerdeki sağlığa yararlı biyoaktif bileşiklerin başlıcaları; karotenotenoidler, flavonoidler, diyet posası, kükürtlü bileşikler, uçucu yağlar ve bitkisel sterollerdir (Baysal,2002). Sebze ve meyvelerden bitkisel çaylara kadar bulunan nutrasötikler, bitkisel hücreleri oksidatif stresten koruyarak kronik hastalık riskini azaltmaktadır.

Yiyeceklerdeki vitamin olmayan yararlı kimyasalların bitkisel kaynaklı olanlarına “fitokimyasal” adı verilmektedir. Fitobesinler, molekülleri fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra koruyucu fonksiyonlarına göre de sınıflandırmaktadır. Bir fitobesinin hangi sınıfa dahil olduğunu belirlemek oldukça karmaşık bir iştir. Ancak her sınıfın vücutta ayrı bir koruyucu etkisi olduğu bilinmektedir (Özcan vd., 2006).

İnsanlar tükettikleri gıdaların günlük besinsel ihtiyaçlarını karşılamasının yanında sağlık açısından koruyucu ve hastalık riskini azaltıcı olmasını da beklemektedirler. Yapılan bu çalışmalar hastalıklar ile beslenmenin ilişkisini ifade etmiştir (Bahar vd., 2006). Fonksiyonel gıdaların iyi halli geliştiriciliklerinden ötürü tüketimi ile toplumun sağlıklı beslenmesiyle, tedavi harcamaları gibi işgücü kayıpları azalacak ve insan hayatı daha rahat ve konforlu bir biçimde sürecektir. Bu nedenle üretilen fonksiyonel gıdalara olan üretim ve tüketimi daha teşvik edici hale getirmek gereklidir.

Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılan önemli metodolojilerden bir tanesi de sağlık açısından belirli yararları olan canlı mikroorganizmalar olan probiyotiklerce gıda maddelerinin zenginleştirilmesidir. Probiyotik kavramı her geçen gün önemini arttırmakta olup fonksiyonel gıdaların üretimi noktasında da hem araştırmacıların hem de sanayinin daha fazla ilgisini çekmektedir. Probiyotiklerin fonksiyonel etkileri çoğunlukla ürettikleri metabolitler veya hücre kompartmanında yer alan bileşenler yoluyla ortaya çıkmaktadır. Son dönemde bu bileşenlerin

ayrıca sağlık açısından olumlu etkilerinin tartışıldığı ve kavramsallaştırıldığı post-biyotiks kavramı ortaya çıkmıştır.

## 2. FONKSİYONEL GIDALAR

Fonksiyonel gıdalar vücudun temel besin öğelerini karşılamakla birlikte insanların yaşamsal ve metabolik faaliyetlerine ek olarak fayda sağlamaktadırlar. Böylelikle fonksiyonel gıdalar, insanları hastalıklardan korumada ve bu sayede daha sağlıklı bir yaşam sürmede önem farz etmektedirler. Bunlar; probiyotikler, nütrosotikler, fenolik maddeler gibi maddeleri içerebilen gıda maddeleri olup insan yaşantısında olumlu bir yer edinmektedirler. Ayrıca bu gıdalar hiç ısıl işlem görmemiş gıda maddeleri olabileceği gibi fonksiyonel besin öğeleri ile zenginleştirilmiş veya belirli koşullarda değişikliğe uğratılmış gıdalar da olabilmektedirler. Düşük kalorili gıdalar, diyet lifi içeriği artırılmış gıdalar, sporcu gıdaları, glutensiz gıdalar, yaşlanmayı geciktiren veya bağışıklık sistemini güçlendiren gıdalar olabilmekte ve bu gıdaları market raflarında bulmak mümkün olmaktadır. Ayrıca fonksiyonel gıdalar görünüş olarak günlük olarak tüketilen geleneksel gıdalara benzese de sağlık açısından oldukça faydalı olarak geliştirilmişlerdir.

Fonksiyonel gıda kavramını ilk kez ortaya atan ülke Japonya olmuştur. Gıda fonksiyonlarının geliştirilmesi ve sistematik analizi, fonksiyonel gıdaların analizi ve moleküler tasarımı, gıdanın fizyolojik düzenleme fonksiyonunun analizi olmak üzere 3 farklı yaklaşım resmi düzeyde ülkede tartışılmıştır. Daha sonra 1990'lı yıllarda fonksiyonel gıdalarla ilgili çalışmalar Amerika'da yaygınlaşmıştır. Gerek Dünya'da gerekse Türkiye'de fonksiyonel gıdaların kısa bir geçmişi bulunurken diğer gıdalarda kıyasları sonucunda fonksiyonel gıda pazarının büyüme hızı oldukça yüksek olmaktadır. Diyabetik ve Fonksiyonel Gıda Üreticileri Derneği'ne göre 2009 yılında 187 milyar dolarlık bir hacme ulaştığı tahmin edilen bu gıdaların 2010 yılında 200 milyar dolara ulaştığı düşünülmektedir (Alaşalvar ve Pevlan, 2009:26-29). Türkiye'de ise bu gıdaların pazarı henüz gelişim aşamasında olup Dünya ile kıyaslandığında geride olsa dahi hızla gelişmektedir.

Fonksiyonel gıdalar özellikle son yıllarda kalp-damar hastalıkları, diyabet veya kanser olmak üzere pek çok hastalığın artmasıyla birlikte insanların daha kaliteli bir yaşam sürme isteğinden kaynaklı sorunlara çözüm olabilecek tarzda gıdalar olup ayrıca bu hastalıklara karşı alternatif bir doğal çözüm olmuştur. Ayrıca yapılan ortak çalışmalar sonucunda kişiye ait nitelikler doğrultusunda kişiye özel olan olacak gıda kavramı ortaya çıkacak ve bu kavramın oluşumu gerekli uzmanlar tarafından sağlanacaktır. Bu konu ile ilgili mevzuatlar oluşturularak gıda pazarı büyük ölçüde büyüyecektir.

Son zamanlarda dünya pazarının büyük bir bölümünü bağırsak sağlığı için çok önemli olan probiyotik ve prebiyotikler almaktadır. Probiyotikler düzenli tüketildiğinde bağırsak florasına yerleşmekte ve böylelikle beslenme açısından oldukça yarar sağlamaktadırlar. Beslenmenin dışında bağırsakların mikrobiyal dengesini sağlayarak sindirimi kolaylaştırma gibi olumlu özellikleri de vardır. Post-biyotikler ise probiyotiklerin hücre içi veya dışı metabolitleri olup sağlık açısından potansiyel yararlı etki sağlama kapasiteleri bu bileşenleri ayrı bileşenler olarak değerlendirme gerekliliğini ortaya koymuştur.

### 2.1. POST-BİYOTİK KAVRAMI

Sağlıkta yer alan mekanizmaların post-biyotiklerin etki mekanizmasını tam olarak açıklığa kavuşturamamasına rağmen bilimsel veriler neticesinde post-biyotiklerin antimikrobiyal, antioksidan ve immunomodülatör dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere farklı fonksiyonel etkilere sahip olabileceği vurgulanmaktadır (Sharma & Shukla, 2016; Shenderov, 2013).

Bakteriler yaşam döngüleri boyunca küçük ya da büyük moleküler ağırlıklı metabolitler üretir; bu bileşikler hücresel seviyede büyümeyi, gelişmeyi, üremeyi düzenlemede, diğer faydalı organizmaların büyümesini teşvik etmede, hücreden hücreye haberleşmede ve stres faktörlerine karşı korumada kilit bir rol oynamaktadırlar (Chua et al., 2017; Singh, Mal, & Marotta, 2017). Ek olarak bu mikroorganizmaların ürettikleri çoğunlukla ikincil metabolitler ve hücre kompartmanının bileşenleri konak sağlığı noktasında önemli etkiler oluşturabilmektedir. Bu noktada post-biyotik kavramı ortaya çıkmaktadır. Temel olarak post-biyotik terimi canlı bakteriler tarafından salgılanan veya bakteriyel parçalanmadan sonra oluşan ürünler veya metabolik yan ürünlerdir. Bu yan ürünler ek biyoaktivite sağlayarak konakçıya fizyolojik fayda sağlamaktadır (Cicenia et al., 2014; Konstantinov, Kuipers, & Peppelenbosch, 2013; Tsilingiri & Rescigno, 2013). Örneğin bakteri hücre duvarında yer alan Lipoteikhoik asitler, polisakkaritler, hücre yüzeyi proteinleri ve peptidoglikan gibi mikrobiyal bileşenlerin antimikrobiyal, immünmodüler gibi yerel etkileri sonucunda bağırsak epitelinin etkinliğini olumlu yönde etkilediği ortaya atılmıştır. Benzer olarak bakteriler tarafından üretilen enzimler, proteinler, organik asitler ve lipit gibi mikrobiyal metabolitlerin antioksidan, antihipertansif gibi olumlu etkiler oluşturabildiği tartışılmaktadır. Bu çalışmalar probiyotik gibi post-biyotiklerinde fonksiyonel bir alanda potansiyel fırsat sağlayabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır (Choi et al., 2006; Raman, Ambalam, & Doble, 2016). Sonuç olarak fonksiyonel gıda kavramı her geçen gün önemini arttırmaktadır. Gıdaların fonksiyonellik kazanmasında rol oynayan probiyotikler ve bunların parçalanması sonucunda yine sağlık açısından olumlu etkiler oluşturabilecek metabolitler yani post-biyotikler üzerinde daha fazla çalışma yapılması gereken bir alandır. Ülkemizde bu çalışmaların yaygınlaşması adına bu çalışma kısaca bu kavramlara değinmiştir.

## KAYNAKLAR

Agarwal S. vd. "Tomato Lycopene And Its Role In Human Health And Chronic Disease".Canadian Medical Association Journal,2000.

Bahar M.B., Loker, G. ve Ertaş E. "Tükettiğiniz Besinler Ne Kadar Fonksiyonel?". Tübitak-Marmara Araştırma Merkezi, Gıda Bilimi Ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü Dergisi, Kocaeli: 2006.

Baysal, A. .Beslenme. Hatipoğlu, Ankara: 2002.

Bendich A., Olson J. A. "Biological actions of carotenoids".Proc. Natl. Sci.,1989.

Choi, S. S., Kim, Y., Han, K. S., You, S., Oh, S., & Kim, S. H. (2006). Effects of Lactobacillus strains on cancer cell proliferation and oxidative stress in vitro. Letters in Applied Microbiology, 42(5), 452–458.

Cicenia, A., Santangelo, F., Gambardella, L., Pallotta, L., Iebba, V., Scirocco, A., ... Severi, C. (2016). Protective role of postbiotic mediators secreted by Lactobacillus rhamnosus GG versus

lipopolysaccharide-induced damage in human colonic smooth muscle cells. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 50, 140–144. Cicensia, A., Scirocco, A., Carabotti, M., Pallotta, L., Marignani, M., & Severi, C. (2014). Postbiotic activities of Lactobacilli-derived factors. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 48, 18–22.

Hasler C. M. “Position of the American Dietetic Association: Functional Foods”. *Ada Reports*, 2004. Hasler C.M. “Functional Food: Their role in disease prevention and health promotion.(Executive Director, Functional Foods For Health Program, university of Illinois Dept of Food Science and Human Nutrition.)” *Institute of Food Technologists*, Volume:52, Number:24, Chicago: 1998.

Hegarty VM., May HM., Khaw KT. “Tea Drinking and Bone Mineral Density in Older Women”. *Am J Clin Nutr*, 2000.

Li, W., Ji, J., Chen, X., Jiang, M., Rui, X., & Dong, M. (2014). Structural elucidation and antioxidant activities of exopolysaccharides from *Lactobacillus helveticus* MB2-1. *Carbohydrate Polymers*, 102, 351–359.

Özcan, Musa. vd. *Fonksiyonel Gıdalar Ve Fitokimyasallar*. Akademik Gıda Dergisi. Konya: 2006.

Sharma, M., & Shukla, G. (2016). Metabiotics: One step ahead of probiotics; an insight into mechanisms involved in anticancerous effect in colorectal cancer. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1940. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2016.01940>. Sharma, S., Singh, R. L., & Kakkar, P. (2011). Modulation of Bax/Bcl-2 and caspases by probiotics during acetaminophen induced apoptosis in primary hepatocytes. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 770–779. Shenderov, B. A. (2013). *Metabiotics*

Suganuma H. vd. “Effect of Tomato Intake on Striatal Monoamine Level in a Mouse Model of Experimental Parkinson’s Disease”. *Journal Nutrition Scientific Vitaminol*. 2002.

## FARKLI BİR KAYNAK OLARAK KUŞBURNU MEYVESİNDEN PEKTİNİN KARAKTERİZASYONU

Büşranur ÇANAKÇI, Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKIR, Doç. Dr. Engin ŞAHİN, Doç. Dr. Enes DERTLİ  
Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Kuşburnu; Latince Fructus Rosae olarak anılan gülgillerden bir meyve türüdür. Rosaceae familyasının Rosaideae alt familyasında yer alan üzüksü meyveler grubuna girmektedir. 1-3,5 m'ye kadar boylanabilen, gövdesi ve dalları dikenli olan bir ağaççıktır. Kenarları dişli biçimde olup 5 ila 7 yaprakçıktan oluşan yabancı bir meyvedir. Bu meyve ilkbahardan başlayıp yaz boyunca çiçeklenir. Bu çiçeklerin tabanı olgunlaşınca taçyaprakları dökülür ve "kuşburnu" denilen, 1,5-2 cm. uzunlukta parlak kırmızı meyvelere dönüşür. Genellikle ormanlık bölgelerde, kayalık kırsal yöreler ve yol kenarlarında kendi kendine yetişir. Kuşburnu, özellikle C vitamini ile tanen, karoten, meyve asitleri ve yağ yönünden zengindir. Pektin ise bitkilerin hücre duvarları veya hücre içi boşluklarda bulunan karmaşık bir polisakkarittir. Bu çalışmada kuşburnu meyvesinden pektin ekstrakte edilmiş ve pektinin FTIR ve TGA analizleri ile karakterize edilerek sonuçları sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Pektin, kuşburnu meyvesi, karakterizasyon

## CHARACTERIZATION OF PECTIN FROM ROSEHIP FRUIT AS A DIFFERENT SOURCE

### ABSTRACT

Rosehip; It is a rose fruit called Fructus Rosae in Latin. It belongs to the family of Rosaceae in the Rosaideae subfamily. It is a shrub that can be sized up to 1-3,5 m and its body and branches are barbed. It is a fruit composed of 5 to 7 leaflets with a rounded edge. This fruit starts flowering from spring and blooms throughout the summer. Then the base of these flowers is ripe, their petals fall and turn into bright red berries, called "rosehips", 1.5-2 cm in length. Usually grows in forested regions, rocky rural areas and roadside. Rosehip is rich with its fat, carotene and fruit acid content. Especially for vitamin C and tannin it is very rich. Pectin is a complex polysaccharide found in cell walls or intracellular spaces of plants. In this study, pectin was extracted from rosehip fruit and pectin was characterized by HPLC analysis for FTIR, TGA.

**Keywords:** Pectin, rosehip fruit, characterization

### 1. GİRİŞ

Kuşburnu, Rosales takımının, Rosaceae familyasının Rosaideae alt familyasına mensup olan, türlere göre değişmekle birlikte ortalama 0,5-4 m yükseklikte olan genellikle açık alanlarda yetişen dik ve sarkık formu, az ya da çok dikenli olan, kışın yaprağını döken çok yıllık çalı formunda bir yabancı bitkidir (Türkben, 2003)

Dünyada 70-100 arasına kadar türleri yetişebilen kuşburnunun yaklaşık %25'i ülkemizde yetişmektedir(Türkben, 2003; Ercişli ve Güteryüz 2005). Kuşburnu, Avrupa, Orta Doğu, Asya ve Kuzey Amerika'ya kadar yayılan geniş bir yetişme alanına sahiptir (Nilsson vd., 1997). Kuşburnu bitkisi farklı çevresel şartlara karşı dayanıklı olup genellikle kayalık alanlarda, toprakça fakir yerlerde ve kurak bölgelerde yetişmektedir (Ercişli, 2004; Ercişli, 2007).

Kuşburnu meyvesi mineral madde, flavonoid, likopen ve C vitamini bakımından zengin bir bitkidir. Kuşburnu Orta Çağ ve sonraki dönemlerde böbrek, mesane, safra taşları, şeker hastalığı, ishale ve ağrıların hafifletilmesine karşı kullanılmıştır (Kazaz vd., 2009). C vitamini yönünden oldukça zengin olan bu meyve vücudun gelişiminde ve soğuk algınlığına karşı mücadele etmek üzere kullanılmıştır (Nojavan, vd., 2008) Ayrıca antioksidan oranının önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (Koca vd., 2009).

Kuşburnu ülkemizde taze olarak tüketilmesinin yanı sıra pulp, marmelat veya nektara işlenerek veya kurutularak tüketime sunulmaktadır. Son dönemlerde ise 'Kuşburnu Çayı' olarak tüketime sunulmaktadır. Taze olarak değerlendirilmesi meyvenin olum süresine bağlı olmaktadır (Doğan vd., 2006).

Pektik maddeler bitki duvarlarında ve orta lamelde oluşmakta olan yapısal olarak polisakkarit özellikte olan maddelerdir (Willants vd., 2001; Liu vd., 2010). Meyvelerdeki pektik bileşenler ilk olarak 1790 yılında Louis Vauquelin tarafından bulunmuş ve 1825 yılında Henri Braconnot tarafından izole edilmiş ve pektinin jelleşme özelliğini vurgulamak için Yunancada pıhtılaştırıcı anlamına gelen "pectos" ismi konulmuştur (Wang vd., 2016). Doğal bir katkı maddesi olup E440 kodu ile bilinen pektin, ilaç sanayisinde, kozmetik endüstrisinde ve ilaç sanayisinde kullanılmaktadır (Einhorn-Stoll ve Kunzek; 2009; Einhorn-Stoll vd., 2015; Canteri vd., 2012; Guo vd., 2012; Al-Amoudi vd., 2019).

Ülkemizde pektin üretimi gerçekleşmemekte olup Avrupa'dan ithal edilerek kullanılmaktadır. Ticari amaçlarla kullanılan pektinler birincil kaynak olarak turunçgillerden ( %88.5 ), ikinci kaynak olarak elma kabuklarından (%14) ve şeker pancarı posası ( % 0.5) elde edilir ( Chan vd., 2017).

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1.Kuşburnu Meyvesinden Pektin Eldesi

Kliemann vd., tarafından 2009 yılında uygulanan metot referans alınmış olup bu metotta bazı değişikliklere gidilerek pektinin eldesi gerçekleştirilmiştir. Kuşburnu meyvesi kuruması için 1 gece 60°C de bekletilmiştir. Deiyonize suyun pH'ı 1,88'e ayarlanıp 1:25 oranı elde edilecek şekilde kurutulmuş meyve eklenerek manyetik karıştırıcıda (IKA C-MAG HS 7, Almanya) 89°C'ye ısıtılıp 6 saat ekstraksiyon yapılmıştır. 20°C ye soğutulan ekstrakt, 3.000 rpm'de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Süzüntü kısmı boş bir beher içine alınarak hacminin dört katı kadar %96'lık etanol ilave edilmiştir. Çöken pektin cendere bezi yardımıyla süzülüp %96'lık etanol ile yıkanmıştır. Son olarak elde edilen pektin 55°C'de etüvde bir gece bekletilerek kurutulup öğütücüde toz haline getirilmiştir. Şekil 1'de pektin eldesinin akım şeması verilmiştir.



Şekil 1. Pektin üretim akış şeması

## 2.2. FT-IR analizi

Pektinin kimyasal gruplarının belirlenmesi için FT-IR spektroskopisi analizi uygulanmıştır. Ölçümlerin her biri havaya göre background alınarak yapılmış ve çözünürlük değeri  $4 \text{ cm}^{-1}$  olmak üzere  $400-4000 \text{ cm}^{-1}$  bandında ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir. Numuneye ait ölçümler cihazın sahip olduğu kütüphanedeki değerlerle karşılaştırılmış ve çıkan sonuçlar pektin ile eşleştirilmiştir.

## 2.3. Termogravimetrik Analiz (TGA)

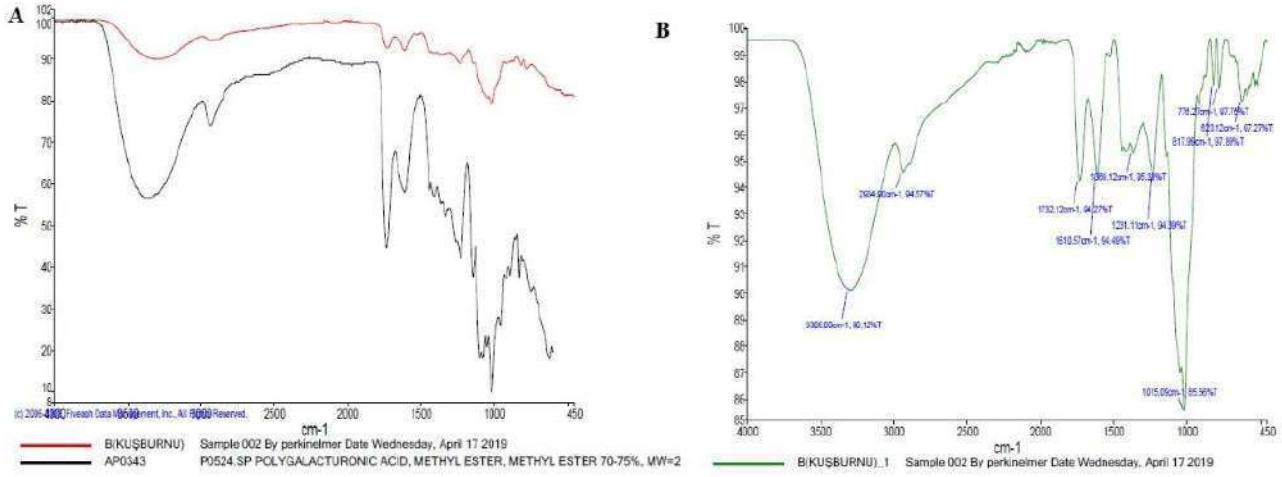
Pektinin termal karakterizasyonu PerkinElmer Simultaneous Thermal Analyser STA 8000 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla pektin  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tablaya yerleştirilmiş ve sıcaklık doğrusal olarak  $10^\circ\text{C dk}^{-1}$  artış sağlanarak  $25-800^\circ\text{C}$  aralığında termal enerjiye maruz bırakılmıştır. Ölçümler  $100 \text{ mldk}^{-1}$  akış hızı olacak şekilde hava atmosferinde gerçekleştirilmiştir.

## 3. BULGULAR

### 3.1. FT-IR ile Moleküler Karakterizasyon

Şekil 2'de kuşburnu pektinine ait cihazın kütüphanesi ile karşılaştırma neticesinde ortaya çıkan ve pektine ait detaylı FT-IR spektrumları verilmiştir. Elde edilen sonuç spektrinin tipik pektin spektrası olduğunu ortaya koymuş olup ekstraksiyonun başarılı bir şekilde gerçekleştiği göstermektedir. Kuşburnu pektinin spektrasında  $1000-1100 \text{ cm}^{-1}$  arası CC ve CO gruplarını göstermektedir.  $1100-1300 \text{ cm}^{-1}$  arasındaki absorpsiyon bantları, pektinin halka yapısında bulunun  $(\text{OH})_{\text{COOH}}$  grubunu göstermektedir.  $1600-1800 \text{ cm}^{-1}$  arasındaki bölge pektinin özellikli bölgesi olup pektinin tanımlanmasında ve kalitesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.  $1610.57 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1732.12 \text{ cm}^{-1}$  bantları pektinin serbest ve esterleşmiş karboksil gruplarının göstergesidir.  $3306 \text{ cm}^{-1}$  pektinde bulunan hidroksil grubunu göstermektedir (Liu vd., 2010). Tablo 1'de kuşburnu pektininde bulunan fonksiyonel gruplara ait bant spektrumları verilmiştir.





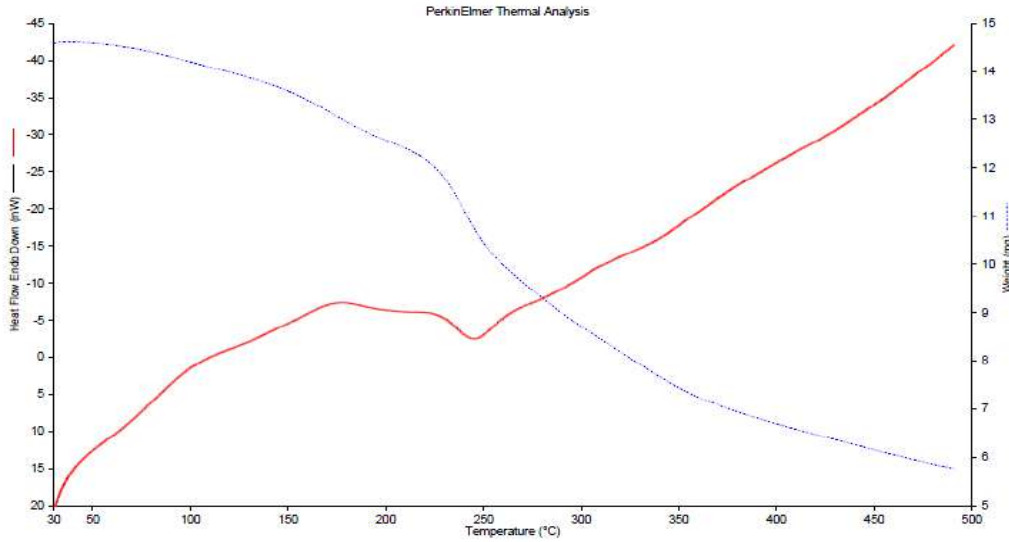
Şekil 2. Kuşburnu pektinine ait FT-IR spektrum

Tablo 1. Kuşburnu pektinine ait fonksiyonel grupları gösteren bant aralıkları

Dalga Alanı (cm <sup>-1</sup> )	Titreşim Türü
3306 cm <sup>-1</sup>	$\nu(\text{OH})$
2934.9 cm <sup>-1</sup>	$\nu(\text{CH})$
1732.12 cm <sup>-1</sup>	$\nu(\text{C}=\text{O})_{\text{COOH}}$ esterleşmiş karboksil gruplarını
1610.57 cm <sup>-1</sup>	$\nu_{\text{as}}(\text{COO}^-)$
1231.11 cm <sup>-1</sup>	$\delta(\text{OH})_{\text{COOH}}$
1015.09 cm <sup>-1</sup>	$\nu(\text{CC})(\text{CO})$
817.99 cm <sup>-1</sup>	$\gamma(\text{C-OH})_{\text{ring+}}$
776.27 cm <sup>-1</sup>	Ring 'brezing'
623.12 cm <sup>-1</sup>	-

### 3.2. Termal Gravimetrik Analiz (TGA)

Şekil 3 kuşburnu pektininin TGA grafiğini göstermektedir. Kuşburnu pektininin TGA profili üç farklı bölge noktasında ortaya çıkmıştır: 50-200°C, 200-400°C, 400-500°C. İlk bölge, kuşburnu pektinin su ihtiva etmesi ve bu suyun, sıcaklık artışıyla buharlaşması sonucu küçük bir ağırlık kaybı olarak açıklanabilir. İkinci bölgede ise, polisakaritlerin bozunması sonucu meydana gelen büyük bir kayıp (yaklaşık %46) olmuştur. Bu kayıp galakturonik asit zincirlerinin yoğun termal bozulmasının başlangıcı olarak açıklanabilir. Yavaş kütle kaybının gözlemlendiği üçüncü bölgede, pirolitik sıcaklık arttıkça poliaromatik yapılar içeren kısım kısmen bozunmuştur (Zhou vd., 2011). Buna göre üçüncü bölge sonunda, kuşburnu pektinin kütle kaybının yaklaşık %85 olduğu görülmüştür. Bu durum kuşburnu pektininin termal açıdan oldukça dirençli bir yapıya sahip olduğunu anlaşılması noktasında önem arz etmektedir.



Şekil 3. Kuşburnu pektini TGA profili

#### 4.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Yabani meyveler arasında önemli bir yere sahip kuşburnundan pektin ekstraksiyonu gerçekleştirilmiş olup elde edilen pektinin fonksiyonel gruplarının karakterizasyonu amacı ile FT-IR analizi uygulanmıştır. Kuşburnun FR-IR karakterizasyon spektrada yer alan  $1610,57 \text{ cm}^{-1}$  ve  $1732,12 \text{ cm}^{-1}$  bantlarının pektinin serbest ve esterleşmiş karboksil gruplarını,  $2934,9 \text{ cm}^{-1}$  bantının galakturonik asitin yapısında bulunan metil esterlerin metil grubunu,  $3306 \text{ cm}^{-1}$  de yer alan bantın ise pektinde bulunan hidroksil gruplarının bulunduğunu göstermiştir. TGA analizinde ise elde ettiğimiz pektinin farklı sıcaklıklardaki bozunma durumu incelenmiş olup, elde ettiğimiz profil pektinin ısıl direncinin önemli oranda yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Pektin; jel oluşturma özelliğinden yararlanılan ve en önemli kullanım alanı gıdalar olan bir katkı maddesi olması ile reçel, marmelat, jelle gibi ürünlerin üretiminde tercih edilmektedir. Reçel, marmelat, jelle gibi ürünlerin üretiminde yüksek sıcaklıklarda işlemler yapılmakta olup bu ürünlerin üretiminde kullanılan pektinin bozunma derecesinin yüksek olması istenir. Elde ettiğimiz pektin  $\sim 200^\circ\text{C}$ 'lerden sonra kimyasal olarak bozunmaya başlayıp bu özelliği ile yüksek ısıl işlem gerektiren ürünlerin üretiminde jelleştirici, kıvam artırıcı gibi gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir. Coğrafi konum ve iklimsel avantajlar göz önüne alındığında sahip olduğumuz bitki popülasyonunun doğru ve etkili kullanımı sonucunda ülkemizdeki yabani meyve türleri ile pektin üretimi konusunda ilerleme kaydedilebileceği düşünülmektedir.

#### KAYNAKÇA

Al-Amoudia , R., Taylan, O., Kutlu , G., Can- Muslu , A., Sagdic , O., Dertli, E., Yilmaz, M.T., Characterization of chemical, molecular, thermal and rheological properties of medlar pectin extracted at optimum conditions as determined by Box Behnken and ANFIS models. Food Chemistry. 271 (2019) 650-662.

- Canteri-Schemin, M.H., Fertoni, H.C.R., Waszczynskyj, N. Wosiacki, G. (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *BrazArchBiolTechnol*, 48: 259–266.
- Chan, S.Y., Choo, W.S., Young, D.J. Loh, X.J. (2017). Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *CarbohydrPolym*, 161: 118–139, DOI: 10.1016/J.CARBPOL.2016.12.033.
- Doğan A, Kazankaya A, Çelik F, Uyak C (2006). Kuşburnunun halk hekimliğindeki yeri ve bünyesindeki bileşenler açısından yararları. II. Ulusal Üzüm Meyveler Sempozyumu. 14-16 Eylül, Tokat:45-53.
- Einhorn-Stoll U., H. Kastner, T. Hecht, A. Zimathies, S. Drusch, 2015. Modification and physico-chemical properties of citrus pectin- Influence of enzymatic and acidic demethoxylation. *FoodHydrocolloids*. 51: 338-345.
- Einhorn-Stoll, U., & Kunzek, H. (2009). Thermoanalytical characterisation of processing dependent structural changes and state transitions of citrus pectin. *FoodHydrocolloids*, 23(1), 40–52
- Ercişli S (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evaluation*, 51; 419–435.
- Ercişli S (2007). Chemical composition of fruits in some rose (Rosaceae) species. *FoodChem.*, 104; 1379–1384. Ercişli S (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evaluation*, 51; 419–435.
- Ercişli, S. ve Güler yüz, M., 2005. Rose Hip Utilization in Turkey. *Proceedings of the I. International Rose Hip Conference, Acta*, 690, 77–82.
- Guo, X., Han, D., Xi, H., Rao, L., Liao, X., Hu, X., et al. (2012). Extraction of pectin from navel orange peel assisted by ultra-high pressure, microwave or traditional heating: A comparison. *Carbohydrate Polymers*, 88, 441–448
- Kazaz S, Baydar H, Erbaş S. (2009). Variations in chemical compositions of *Rosadamasena Mill.* and *Rosacarina L.* fruits. *Czech J. FoodSci.* 27(3): 178-184.
- Kliemann, E., D.N.K. Simas, R.E. Amante, E.S. Prudencio, F.R. Teofilo, M.M.C. Ferreira and R.D.M.C. Amboni. (2009). Optimisation of pectin acid extraction from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology*. 44: 476-483.
- Koca, İ., Üstün, N.S. ve Koyuncu, T. (2009). *Effect of Drying Conditions on Antioxidant Properties of Rosehip Fruits (Rosacarina sp.)*. **Asian Journal of Chemistry**, 21: 1061- 1068.
- Kutbay, H.G. ve Kılınç, M. (1996). *Kuşburnu (Rosa. L.) Türlerinin Taksonomik Özellikleri ve Türkiye'deki Yayılışları*, **Kuşburnu Sempozyumu**, Eylül, Gümüşhane, Bildiriler Kitabı: 75-83.
- Liu, L., Cao, J., Huang, J., Cai, Y., & Yao, J. (2010). Extraction of pectin with different degrees of esterification from mulberry branch bark. *Bioresource Technology*, 101, 3268–3273.

Nilsson O, RosaDavis PH (1997). Editor, Flora of Turkeyandthe East AegeanIslands,Vol. 4  
Edinburgh UniversityPress, Edinburgh, 106–128.

Nojavan, S.,Khalilian, F., Kiaie, F.M., Rahimi, A., Arabanian, A. ve Chalavi, S., 2008.  
Extractionandquantitivedetermination of ascorbicacidduringdifferentmaturitystages of  
Rosacanina L. fruit , Journal of FoodCompositionand Analysis, 21, 300– 305.

Türkben, C., 2003. Kuşburnu. ISBN: 975–6958–70–7, Bursa. 53s

Wang, W.,Ma, X., Jiang, P., Hu, L., Zhi, Z., Chen, et al. (2016). Characterization of  
pectinfromgrapefruitpeel: A comparison of ultrasound-  
assistedandconventionalheatingextractions. FoodHydrocolloids, 61, 730–739.

Willants, W.G.,Mc-Cartney,L., Mackie, W., Knox, J.P., (2001). Pectin:  
cellbiologyandstructuralprospectsforfunctionalanalysis. PlantMolecularBiology, 47: 1-27.

Zhou, S.,Xu, Y. B., Wang, C. H., &Tian, Z. F. (2011). Pyrolysisbehavior of  
pectinundertheconditionsthatsimulatecigarettesmoking. Journal of  
AnalyticalandAppliedPyrolysis, 91(1), 232–240

## FRUKTOFİLİK LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN GIDA TEKNOLOJİLERİ AÇISINDAN ÖNEMİ

**Yasemin KAYA, Doç. Dr. Engin ŞAHİN, Doç. Dr. Enes DERTLİ**

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Fruktofilik Laktik asit bakterileri (FLAB) son zamanlarda karakterize edilen ve tanımlanan spesifik bir Laktik Asit Bakteri grubudur. Büyüme substratı olarak glukoz yerine fruktozu tercih etmektedirler. Bu bakteriler çiçekler, fermente edilmiş gıda bazlı meyveler ve bazı yemişler gibi fruktoz bakımından zengin olan spesifik ekolojik döngüyle oluşan ürünlerden izole edilen grup içerisinde yer almaktadırlar. Son zamanlarda ise birkaç böceğin (Bombus arıları, bal arıları, tropikal meyve sineği) gastrointestinal sisteminden izole edildiği bilgisine varılmıştır. Bu böcekler arasında bal arılarından elde edilen ürünler (propolis, arı sütü) ve özellikle tozlaşma sonucu elde edilen ürünler ekolojik önem taşımaktadır. Bal arıları yüksek fruktoz tüketen böceklerdir ve doğadaki önemli polen taşıyıcısıdır. FAO verilerine göre arı popülasyonunun sıkıntılarla karşı karşıya kalmaları söz konusudur. FLAB ve bal arılarının gastrointestinal sistemle güçlü bir ilişkisi vardır. Bağırsak sisteminde; probiyotik bakterilerle, yabancı antijenler ya da patojenler kommensal bir yaşam sürdürmektedirler. Bağırsak sistemindeki probiyotiklerle, patojen mikroorganizmaların yer değişimi sınırlandırılması sonucu bağırsak fonksiyonunun arttığı sonucuna varılmıştır. Bu bağlam kapsamında bal arılarının ve onların ürünlerinin FLAB bakımından zengin kaynaklar olduğunu ve gelecekteki arı probiyotikleri için potansiyel aday olduğunu açıkça göstermektedir. Bu çalışmada FLAB ile ilgili güncel veriler tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fruktofilik Laktik asit bakterileri, bal arıları, gastrointestinal sistem

## THE İMPORTANCE OF FRUCTOPHİLİC LACTİC ACİD BACTERİA FOR FOOD TECHNOLOGY

### ABSTRACT

Fructophilic Lactic Acid bacteria (FLAB) is a specific group of Lactic Acid Bacteria (FLAB) that has recently been characterized and defined. They prefer fructose instead of glucose as a growth substrate. These bacteria are in the group isolated from the products formed by the specific ecological cycle which is rich in fructose, such as flowers, fermented food-based fruits and some nuts. Recently, FLAB have been isolated from the gastrointestinal tracts of several insects (bumble bees, honey bees, tropical fruit fly). The products obtained from honey bees (propolis, royal jelly) and especially the products obtained from pollination are ecological importance for the isolation of FLAB. Honey bees are high fructose-consuming insects and are important pollen carriers in nature. Although there is a worldwide increase, FAO data shows that the bee population is faced with difficulties. FLAB and honey bees have

a strong association within their gastrointestinal system. In the intestinal system; probiotic bacteria, foreign antigens or pathogens lead a commensal life. It was concluded that intestinal function increased as a result of the restriction of pathogen microorganisms with probiotics in the intestinal tract. Within this context, honey bees and their products clearly show that they are rich sources of FLAB and are potential candidates for future bee probiotics. In this study, current data about FLAB are discussed.

**Keywords:** Fructophilic Lactic acid bacteria, honey bees, gastrointestinal tract

## 1. GİRİŞ

Laktik asit bakterileri (LAB), insan ve hayvanların gastrointestinal sistemleri de dâhil olmak üzere farklı ortamlarda yer alabilmekte ve önemli olarak fermente gıdaların üretimini gerçekleştirmektedirler. Bu husus, bakterilerin her biri doğal ortamlarındaki stres koşulları ve besin bileşimlerindeki farklılıklarından dolayı biyokimyasal ve fizyolojik özellikler bakımından ortama adapte olabilme zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Örneğin süttten bir besin maddesi elde edilmesi için proteolitik ve lipolitik aktivitenin ön plana çıkması gerekmektedir (Slattery et al., 2010). Bu türlerin bitki toksinlerine ve gastrointestinal sistemdeki safra tuzlarına karşı direnç gösterebilmeleri de söz konusu olmaktadır (Hammes and Hertel, 2006, Nomura et al., 2006). Genellikle, yüksek adaptasyon sağladıklarından dolayı bu mikroorganizmalar probiyotik niteliği taşımakta ve gıda tipi fermantasyonlarda starter kültür olarak kullanılabilirler (De Vuyst et al., 2017, van de Guchte et al., 2006). Ayrıca; meyvelerde, sebzelerde ve çiçeklerde sağlığı teşvik edici probiyotik özellik taşıyan keşfedilmemiş LAB suşlarında depolandığı düşünülmektedir (Sakandar et al., 2018, Di Cagno et al., 2016)

LAB grubu arasında yer alan Fruktofilik laktik asit bakterilerinin biyofonksiyonel potansiyele sahip olabileceği araştırma konusu olarak devamlılığını sürdürmektedir (Bulgarelli et al., 2013). Laktik asit bakterilerinin spesifik bir grubu olan Fruktofilik laktik asit bakterileri büyüme substratı olarak fruktozu kullanmaktadırlar (Endo et al., 2009). Bu bakteriler fruktoz bakımından zengin çiçeklerde, meyvelerde, meyve bazlı fermente ürünlerde ve bal arılarının bağırsağından izole edilmektedirler (Endo et al., 2009). Son zamanlarda FLAB açısından bal arıları ve bu arılardan elde edilen ürünler (propolis, arı sütü) ve özellikle tozlaşma sonucu elde edilen ürünler ekolojik önem taşımaktadır. Dünya çapında bir artış olmasına rağmen FAO verilerine göre arı popülasyonunun sıkıntılarla karşı karşıya kalmaları söz konusudur (Aizen and Harder, 2009). Bu azalmayı daha iyi anlayabilmek ve önlemek için, simbiyotik ve patojenik etkileşimleri ele alan birçok çalışma incelenmiştir (Vasquez et al., 2012, Kwong and Moran, 2016). Verilere göre, bal arılarının gastrointestinal sisteminde insanlarda dahil olmak üzere hiçbir hayvana benzemeyen bir çekirdek mikrobiyotası içerdiği belirtilmiştir (Vásquez et al., 2008, Kwong and Moran, 2016). FLAB ve bal arılarının gastrointestinal sistemle güçlü bir ilişkisi olduğu düşünülmekle birlikte bağırsak sisteminde; probiyotik bakterilerle, yabancı antijenler ya da patojenlerin kommensal bir yaşam sürdürmeleri, bu bakterilerin yer değişimini sınırlandırması sonucu bağırsak fonksiyonunun arttığı sonucuna varılmıştır (Endo and Salminen, 2013, Vasquez et al., 2012, Vásquez et al., 2008). Fruktofilik

Laktik Asit bakterileri Fruktoz-Maya ekstratı-Polipepton besi ortamında karbon kaynağı olarak fruktozu kullanarak büyüme eğiliminde bulunmaktadır (Endo et al., 2009). Fruktoz varlığında çok iyi gelişme gösteren FLAB aslında glukoz varlığında çok iyi olmasa da gelişme göstermektedir. Bu durum elektron alıcıları (örn, pirüvat, oksijen) varlığında gerçekleşmektedir (Maeno et al., 2016, Filannino et al., 2016, Endo et al., 2015, Neveling et al., 2012, Endo, 2012, Endo et al., 2009, Endo and Okada, 2008). FLAB türleri kimyasal özelliklerinde göre obligat ve fakültatif fruktofilik laktik asit bakterileri olarak iki gruba ayrılmaktadırlar (Endo et al., 2009). Zorunlu FLAB; fruktozda iyi büyüme gösterirken, glukoz varlığında da büyümeleri ancak dış elektron alıcıları olduğu müddetçe mümkündür. Bu türler glukozu neredeyse eş molar miktarda laktik asit ve iz miktarda etanole dönüştürür. Etanolün düşük olarak sentezlenmesi, asetaldehit dehidrogenazın bulunması ve zayıf alkol dehidrogenaz aktivitesinden kaynaklanmaktadır (Endo et al., 2014, Endo et al., 2009). Fakültatif FLAB ise, fruktozlu ortamda iyi gelişme gösterip, glukozlu ortamda da elektron alıcıları olmadığı durumda gecikmeli de olsa büyüme göstermektedirler (Endo et al., 2009). Bu grup genellikle *Lactobacillus florum* ve birkaç *Lactobacillus* biyotipi içermektedir (Kim et al., 2013, Neveling et al., 2012, Mtshali et al., 2012, Endo et al., 2010).

Yeni keşfedilen bir grup olan Fruktofilik laktik asit bakterileri ve bunların ekolojik potansiyelleri araştırma noktasında henüz başlangıç aşamalarında. Bu türler, LAB grubuna dahil olduklarından dolayı güvenlik değerlendirmelerinden sonra güvenilir statüsüne dahil olmuşlardır. Onay alındıktan sonra gıda endüstrisi gibi birçok alanda uygulamalara dahil edilebileceklerdir (Filannino et al., 2019)

## 2.TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ

*Lactobacillus fructosus* olarak sınıflandırılan *Fructobacillus fructosus* ilk olarak Kodama (1956) tarafından tanımlanmış olup suşun hangi çiçekten izole edildiği konusu yayımlanan makalede yer verilmemiştir. *Lactobacillus fructosus* 'un taksonomisi filogenetik özelliklerine bağlı olarak birbiri arasında ilişkisi olan *Leuconostoc ficulneum*, 2002 yılında olgunlaşmış incirden izole edilerek aralarındaki bağıntı tekrar değerlendirilmiştir (Antunes et al., 2002). *Lactobacillus fructosus* daha sonra filogenetik pozisyonuna bağlı olarak *Leuconostoc fructosum* olarak tekrardan sınıflandırılarak her iki türünde glukoz varlığında zayıf büyüme gösterdiği bilgisine varılmıştır. 2005 yılında Malezya'daki baharat çeşitlerinden *Leuconostoc durionis* izole edilmiştir (Leisner et al., 2005). Sonuçlanan raporlara göre *L. durionis* glukoz, ksiloz, sukroz ya da fruktozlu ortamda sınırlı oranda büyüme gösterdiği bildirilmiştir. Ancak Endo and Okada (2008) yaptığı çalışmada bu türün fruktozu tercih eden suşlar olduğunu açıklamıştır. *Leuconostoc fructosum*, *Leuc. durionis*, *Leuc. ficulneum* ve *Leuc. pseudoficulneum* türlerinden sonra eşsiz morfolojik özelliğe sahip olan yeni bir tür *Fructobacillus* ortaya çıkmıştır (Endo and Okada, 2008). Bu cinste beşinci tür olan *Fructobacillus tropaeoli*, *Tropaeolum majus* çiçeğinden izole edilerek karakterize edilmiştir (Endo et al., 2011).

*Lactobacillus kunkeei* 1998 yılında alkol fermantasyonu ile meydana gelen şaraptan izole edilmiştir (Edwards, 1998). O zamanlarda türlerin fruktofilik karakteristiğe sahip olduğu konusunda bildiri yoktu ama biyokimyasal özellikler bakımından taze baldan, çiçeklerden ve

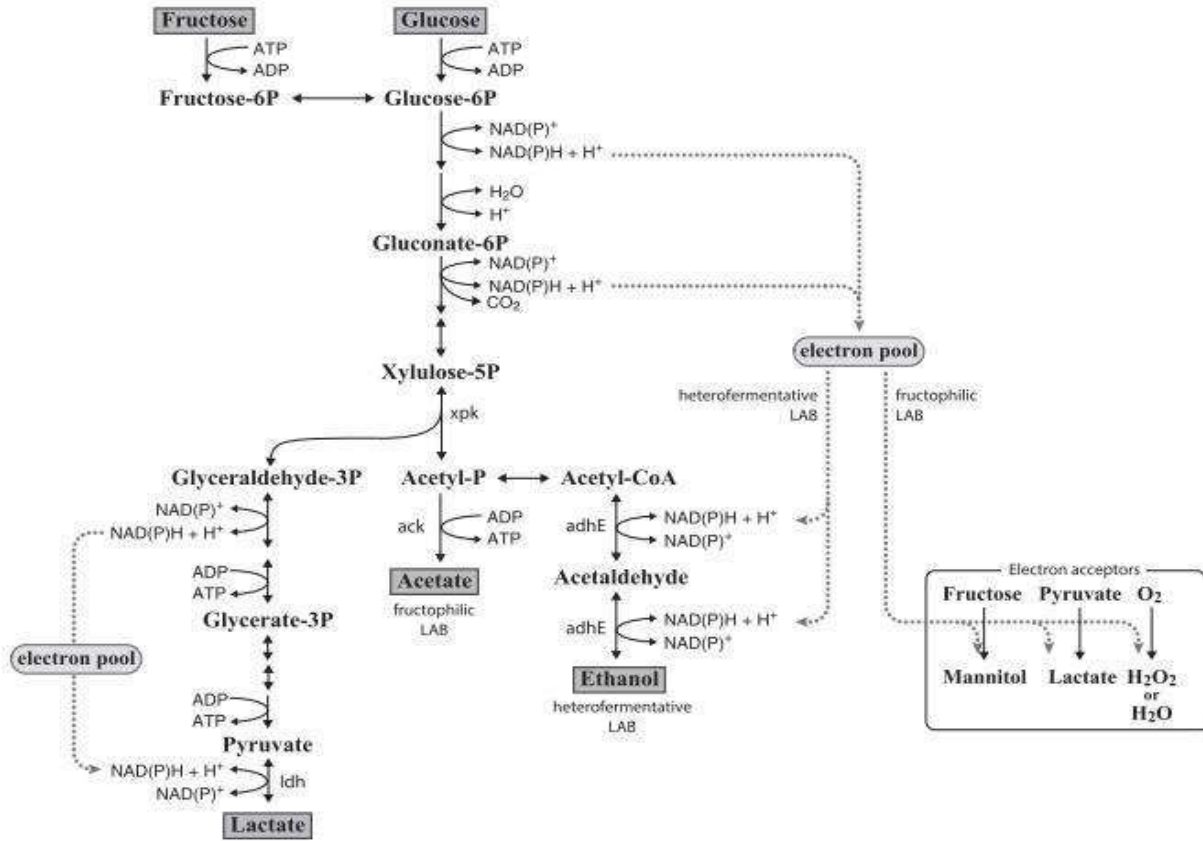
şaraptan izole edilen *Lactobacillus kunkeei*' nin 9 farklı suşundan bildirilenlerle benzerlik olduğu görülmüştür (Endo et al., 2010). Endo et al. (2010) yaptığı çalışmasında çiçeklerden izole edilen *Lactobacillus florum* türünü FLAB olarak tanımlamıştır. *Lactobacillus florum* ilk fakültatif FLAB olarak tanımlanmakta olup diğer FLAB türlerinden özellik bakımından farklılık göstermektedir (Endo et al., 2010, Endo et al., 2009). Sadece bu türler de değil adaptasyon şartları farklı olan tüm canlıların biyokimyasal, fizyolojik özelliklerini anlamak için ayrıntılı bir araştırma ve tanımlama yapmak gerekmektedir.

### 3. BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLER

Fruktofilik Laktik asit bakterileri substrat olarak glukoz yerine fruktozu tercih eden laktik asit bakterilerinin spesifik bir grubudur (Endo et al., 2009). Glukoz genellikle diğer LAB için en iyi substrat olarak kullanılmakta ve bu sayede bu özelliğinden dolayı Fruktofilik laktik asit bakterilerini LAB 'dan rahatlıkla ayırt edebilmek mümkündür. FLAB, büyüme özelliklerine göre zorunlu FLAB ve fakültatif FLAB olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Obligat FLAB fruktozlu ortamda iyi büyüme gösterirken zayıfta olsa glukozda da gelişme gösterir (Endo et al., 2009). Fakat glukozlu ortamda büyüme gerçekleştirmek istenirse pirüvat veya fruktoz ile besleme yapıldığında aerobik koşullar altında gelişimi teşvik edilmektedir. Sebebi ise glikoz metabolize edildiğinde ortamda elektron alıcısına gereksinim duymasındır. Bu durumda pirüvat, fruktoz ve oksijen dış elektron alıcısı görevini üstlenmektedir. Diğer LAB kıyasla, iki günlük aerobik inkübasyondan sonra koloni çapı 0.1mm- 0.2 mm arasında değişmektedir (Endo et al., 2011, Endo et al., 2009). *Fructobacillus* cinsi ve bütün *L. kunkeei*, *L. apinorum* türleri zorunlu FLAB olarak sınıflandırılmaktadır (Endo et al., 2018).

Fakültatif FLAB, oksijen veya pirüvat gibi elektron alıcıları mevcut olduğunda obligat Fruktofilik Laktik asit bakterilerine benzer olarak glukoz ve fruktozlu ortamda da gelişme göstermektedirler (Endo et al., 2009) . Fakültatif FLAB'ın tek tanınan türü *L. florum* olarak bilinmektedir (Endo et al., 2010). FLAB, heterofermantatif laktik asit bakterileri olarak sınıflandırılmakta ve laktat ile beraber kullanıldıkları zaman yan ürün üretmeleri söz konusu olabilmektedir. Zorunlu Fruktofilik laktik asit bakterilerinin diğer heterofermantatif LAB'da farklı olup yan ürün olarak Şekil 1'de görüldüğü üzere CO<sub>2</sub>, asetat ve çok az miktarda etanol üretmektedirler (Endo et al., 2009, Endo and Okada, 2008) . Bu durumda etanolün laktata oranı %5 ten az iken hemen hemen eşit miktarda laktat ve asetat üretilmektedir. Sebebi ise, zorunlu FLAB'daki alkol/asetaldehit dehidrogenaz geninin silinmesiyle ilişkilendirilmektedir (Maeno et al., 2016, Endo et al., 2015, Endo et al., 2014).





**Şekil 1.** Zorunlu FLAB ve heterofemantatif Laktik asit bakterilerinin glukoz ve fruktoz metabolizması için elektron akış yolları (Endo et al., 2015)

Asetil fosfatın oluşabilmesi için Ksilüloz-5- fosfatın parçalanması gerekmektedir. Oluşan Asetil fosfat, asetil-CoA ve asetaldehit vasıtasıyla etanole dönüşümü sağlanmaktadır. Bu dönüşüm için *adhE* genini kodlayan adhE proteinine ihtiyaç duyulmaktadır (Koo et al., 2005). Bununla birlikte *Fructobacillus* türlerinin *adhE* genine sahip olduğuna dair yayınlamış bir veri bulunmamakta ve *Fructobacillus* türlerinin bu eksiklik nedeniyle etanol yerine asetik asit ürettiği bilinmektedir (Endo, 2012).

#### 4. FRUKTOFİLİK LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARI

Fruktofilik laktik asit bakterileri henüz yeni keşfedilmiş olmasına rağmen endüstriyel potansiyellerinin belirgin özelliklerden dolayı büyük ilgi uyandıracığı düşünülmektedir. Genel anlamda bu ilgiyi iki temel özelliğe dayandırmak mümkündür. Bu durum, fruktozu tercihi olarak kullanıp metabolize etmeleri ve ekolojik konumdaki sıra dışı kolonileşme özellikleriyle ilişkilendirilmektedir (Filannino et al., 2019). Fruktofilik laktik asit bakterilerinin fruktanları fruktoza dönüştürebilme yeteneğine sahipken oluşan fruktozları da metabolize edebilmektedirler. Laktik asit bakterilerinin hücre dışı fruktanaz aktivitesi nadir olarak görülmekte (Loponen and Ganzle, 2018) iken Gobbetti et al. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ekşi hamur fermantasyonu sırasında Fruktofilik laktik asit bakterilerinin aktiviteleri iyi tanımlanmamış olmasına rağmen fruktanları önemli ölçüde hidrolize etmesine katkıda bulduklarını tespit etmiştir.

Çikolata üretiminde temel hammadde olarak fermente kuru kakao çekirdekleri kullanılmaktadır (Thompson et al., 2013, Lima et al., 2011, De Vuyst et al., 2010, Schwan and Wheals, 2004). Kakao çekirdeğinin spontan fermantasyonu sırasında birkaç *Fructobacillus* türleri izole edilmiş (Ouattara et al., 2017, Snauwaert et al., 2013, Papalexandratou et al., 2011) olup birçok spontane oluşan fermantasyonlarda da FLAB türleri izole edilmiştir (Chuah et al., 2016, Nguyen et al., 2013, Ouoba et al., 2012, Mukisa et al., 2012). *Fructobacillus* türlerinin kakao çekirdeğinin fermantasyonundaki önemi De Vuyst and Weckx (2016) tarafından vurgulanmıştır.

FLAB, bitki fermantasyonu sırasında açığa çıkan fenolik asit ve alkaloidler gibi sekonder metabolitleri dönüştürebilme yeteneğine sahiptirler. Bu fonksiyonellik bitki bazlı fermente ürünlerin besin özelliklerini geliştirir. Bitki fermantasyonunda, fenolik bileşenlerin metabolize edilebilmeleri açısından FLAB oldukça büyük öneme sahiptir. Diğer yandan, metabolik faaliyet sonucu oluşan yeni ürünler insan sağlığı için fenolik bileşenlerden daha yararlı olabilmektedir (Filannino et al., 2016). Genel olarak, fenolik asit ve türevleri yüksek biyolojik aktiviteye sahip olduklarından dolayı fermente edilmiş gıdalarda aromaya katkıda bulunabilmektedirler (Huang et al., 2004).

Fruktofilik laktik asit bakterileri insanlar için probiyotik olabilme ihtimali olabildiğinden kullanımı önerilmiş olup *F. fructosus* bazı suşlarının probiyotik olma özellikleri vurgulanmıştır (Verón et al., 2017). Isı ile öldürülmüş *L. kunkeei* hücrelerinin uygulanmasıyla immünoglobulin A sentezini uyardığını, bağırsak hareketlerini artırdığını ve grip virüsünü engellediği gösterilmiştir (Asama et al., 2017, Asama et al., 2016, Asama et al., 2015). Biyofilm oluşturan *L. kunkeei* suşlarının insanlarda çok çeşitli enfeksiyonlara sebep olan fırsatçı Gram negatif patojenlere ve *Pseudomonas aeruginosa* karşı inhibe edici etkisi olduğu Berríos et al. (2018) tarafından tespit edilmiştir.

## 5.KAYNAKÇA

- AIZEN, M. A. & HARDER, L. D. 2009. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Curr Biol*, 19, 915-8.
- ANTUNES, A., RAINEY, F. A., NOBRE, M. F., SCHUMANN, P., FERREIRA, A. M., RAMOS, A., SANTOS, H. & DA, C. M. S. 2002. *Leuconostoc ficulneum* sp. nov., a novel lactic acid bacterium isolated from a ripe fig, and reclassification of *Lactobacillus fructosus* as *Leuconostoc fructosum* comb. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, 647-655.
- ASAMA, T., ARIMA, T. H., GOMI, T., KEISHI, T., TANI, H., KIMURA, Y., TATEFUJI, T. & HASHIMOTO, K. 2015. *Lactobacillus kunkeei* YB 38 from honeybee products enhances IgA production in healthy adults. *Journal of applied microbiology*, 119, 818-826.

- ASAMA, T., KIMURA, Y., KONO, T., TATEFUJI, T., HASHIMOTO, K. & BENNO, Y. 2016. Effects of heat-killed *Lactobacillus kunkeei* YB38 on human intestinal environment and bowel movement: a pilot study. *Beneficial microbes*, 7, 337-344.
- ASAMA, T., UEMATSU, T., KOBAYASHI, N., TATEFUJI, T. & HASHIMOTO, K. 2017. Oral administration of heat-killed *Lactobacillus kunkeei* YB38 improves murine influenza pneumonia by enhancing IgA production. *Bioscience of microbiota, food and health*, 36, 1-9.
- BERRÍOS, P., FUENTES, J., SALAS, D., CARRENO, A., ALDEA, P., FERNANDEZ, F. & TROMBERT, A. 2018. Inhibitory effect of biofilm-forming *Lactobacillus kunkeei* strains against virulent *Pseudomonas aeruginosa* in vitro and in honeycomb moth (*Galleria mellonella*) infection model. *Beneficial microbes*, 9, 257-268.
- BULGARELLI, D., SCHLAEPPI, K., SPAEPEN, S., VER LOREN VAN THEMAAT, E. & SCHULZE-LEFERT, P. 2013. Structure and functions of the bacterial microbiota of plants. *Annu Rev Plant Biol*, 64, 807-38.
- CHUAH, L. O., SHAMILA-SYUHADA, A. K., LIONG, M. T., ROSMA, A., THONG, K. L. & RUSUL, G. 2016. Physio-chemical, microbiological properties of tempoyak and molecular characterisation of lactic acid bacteria isolated from tempoyak. *Food Microbiol*, 58, 95-104.
- DE VUYST, L., LEFEBER, T., PAPALEXANDRATOU, Z. & CAMU, N. 2010. The functional role of lactic acid bacteria in cocoa bean fermentation. *Biotechnology of lactic acid bacteria: novel applications*, 301, 325.
- DE VUYST, L., VAN KERREBROECK, S. & LEROY, F. 2017. Microbial Ecology and Process Technology of Sourdough Fermentation. *Adv Appl Microbiol*, 100, 49-160.
- DE VUYST, L. & WECKX, S. 2016. The cocoa bean fermentation process: from ecosystem analysis to starter culture development. *J Appl Microbiol*, 121, 5-17.
- DI CAGNO, R., FILANNINO, P. & GOBBETTI, M. 2016. Novel Fermented Fruit and Vegetable-Based Products. *Novel Food Fermentation Technologies*.
- EDWARDS, H., COLLINS, HUTSON, & HUANG. 1998. *Lactobacillus kunkeei* sp. nov. : a spoilage organism associated with grape juice fermentations. . . *Journal of Applied Microbiology*, 85, 698–702.
- ENDO, A. 2012. Fructophilic lactic acid bacteria inhabit fructose-rich niches in nature. *Microb Ecol Health Dis*, 23.
- ENDO, A., FUTAGAWA-ENDO, Y. & DICKS, L. M. 2009. Isolation and characterization of fructophilic lactic acid bacteria from fructose-rich niches. *Syst Appl Microbiol*, 32, 593-600.
- ENDO, A., FUTAGAWA-ENDO, Y., SAKAMOTO, M., KITAHARA, M. & DICKS, L. M. 2010. *Lactobacillus florum* sp. nov., a fructophilic species isolated from flowers. *Int J Syst Evol Microbiol*, 60, 2478-82.
- ENDO, A., IRISAWA, T., FUTAGAWA-ENDO, Y., SONOMOTO, K., ITOH, K., TAKANO, K., OKADA, S. & DICKS, L. M. 2011. *Fructobacillus tropaeoli* sp. nov., a fructophilic lactic acid bacterium isolated from a flower. *Int J Syst Evol Microbiol*, 61, 898-902.

- ENDO, A., MAENO, S., TANIZAWA, Y., KNEIFEL, W., ARITA, M., DICKS, L. & SALMINEN, S. 2018. Fructophilic Lactic Acid Bacteria, a Unique Group of Fructose-Fermenting Microbes. *Appl Environ Microbiol*, 84.
- ENDO, A. & OKADA, S. 2008. Reclassification of the genus *Leuconostoc* and proposals of *Fructobacillus fructosus* gen. nov., comb. nov., *Fructobacillus durionis* comb. nov., *Fructobacillus ficulneus* comb. nov. and *Fructobacillus pseudoficulneus* comb. nov. *Int J Syst Evol Microbiol*, 58, 2195-205.
- ENDO, A. & SALMINEN, S. 2013. Honeybees and beehives are rich sources for fructophilic lactic acid bacteria. *Syst Appl Microbiol*, 36, 444-8.
- ENDO, A., TANAKA, N., OIKAWA, Y., OKADA, S. & DICKS, L. 2014. Fructophilic Characteristics of *Fructobacillus* spp. may be due to the Absence of an Alcohol/Acetaldehyde Dehydrogenase Gene (*adhE*). *Current Microbiology*, 68, 531-535.
- ENDO, A., TANIZAWA, Y., TANAKA, N., MAENO, S., KUMAR, H., SHIWA, Y., OKADA, S., YOSHIKAWA, H., DICKS, L., NAKAGAWA, J. & ARITA, M. 2015. Comparative genomics of *Fructobacillus* spp. and *Leuconostoc* spp. reveals niche-specific evolution of *Fructobacillus* spp. *BMC Genomics*, 16, 1117.
- FILANNINO, P., DI CAGNO, R., ADDANTE, R., PONTONIO, E. & GOBBETTI, M. 2016. Metabolism of Fructophilic Lactic Acid Bacteria Isolated from the *Apis mellifera* L. Bee Gut: Phenolic Acids as External Electron Acceptors. *Appl Environ Microbiol*, 82, 6899-6911.
- FILANNINO, P., DI CAGNO, R., TLAIS, A. Z. A., CANTATORE, V. & GOBBETTI, M. 2019. Fructose-rich niches traced the evolution of lactic acid bacteria toward fructophilic species. *Crit Rev Microbiol*, 1-17.
- GOBBETTI, M., DE ANGELIS, M., DI CAGNO, R., CALASSO, M., ARCHETTI, G. & RIZZELLO, C. G. 2018. Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *Int J Food Microbiol*.
- HAMMES, W. P. & HERTEL, C. 2006. The Genera *Lactobacillus* and *Carnobacterium*. In: DWORKIN, M., FALKOW, S., ROSENBERG, E., SCHLEIFER, K.-H. & STACKEBRANDT, E. (eds.) *The Prokaryotes: Volume 4: Bacteria: Firmicutes, Cyanobacteria*. New York, NY: Springer US.
- HUANG, J., DE PAULIS, T. & MAY, J. M. 2004. Antioxidant effects of dihydrocaffeic acid in human EA. hy926 endothelial cells. *The Journal of nutritional biochemistry*, 15, 722-729.
- KIM, E. B., TYLER, C. A., KOPIT, L. M. & MARCO, M. L. 2013. Draft Genome Sequence of Fructophilic *Lactobacillus florum*. *Genome Announc*, 1.
- KODAMA, R. 1956. Studies on the Nutrition of Lactic Acid Bacteria, Part I., *Lactobacillus fructosus* sp. nov., A New Species of Lactic Acid Bacteria. *J. Agric Chem. Soc. Jpn.*, 30, 705-708.
- KOO, O. K., JEONG, D. W., LEE, J. M., KIM, M. J., LEE, J. H., CHANG, H. C., KIM, J. H. & LEE, H. J. 2005. Cloning and characterization of the bifunctional alcohol/acetaldehyde dehydrogenase gene (*adhE*) in *Leuconostoc mesenteroides* isolated from kimchi. *Biotechnol Lett*, 27, 505-10.

- KWONG, W. K. & MORAN, N. A. 2016. Gut microbial communities of social bees. *Nat Rev Microbiol*, 14, 374-84.
- LEISNER, J. J., VANCANNEYT, M., VAN DER MEULEN, R., LEFEBVRE, K., ENGELBEEN, K., HOSTE, B., LAURSEN, B. G., BAY, L., RUSUL, G., DE VUYST, L. & SWINGS, J. 2005. *Leuconostoc durionis* sp. nov., a heterofermenter with no detectable gas production from glucose. *Int J Syst Evol Microbiol*, 55, 1267-70.
- LIMA, L. J., ALMEIDA, M. H., NOUT, M. R. & ZWIETERING, M. H. 2011. *Theobroma cacao* L., "The food of the Gods": quality determinants of commercial cocoa beans, with particular reference to the impact of fermentation. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51, 731-761.
- LOPONEN, J. & GANZLE, M. G. 2018. Use of Sourdough in Low FODMAP Baking. *Foods*, 7.
- MAENO, S., TANIZAWA, Y., KANESAKI, Y., KUBOTA, E., KUMAR, H., DICKS, L., SALMINEN, S., NAKAGAWA, J., ARITA, M. & ENDO, A. 2016. Genomic characterization of a fructophilic bee symbiont *Lactobacillus kunkeei* reveals its niche-specific adaptation. *Syst Appl Microbiol*, 39, 516-526.
- MTSHALI, P. S., DIVOL, B. & DU TOIT, M. 2012. Identification and characterization of *Lactobacillus* florum strains isolated from South African grape and wine samples. *Int J Food Microbiol*, 153, 106-13.
- MUKISA, I. M., PORCELLATO, D., BYARUHANGA, Y. B., MUYANJA, C. M., RUDI, K., LANGSRUD, T. & NARVHUS, J. A. 2012. The dominant microbial community associated with fermentation of Obushera (sorghum and millet beverages) determined by culture-dependent and culture-independent methods. *Int J Food Microbiol*, 160, 1-10.
- NEVELING, D. P., ENDO, A. & DICKS, L. M. 2012. Fructophilic *Lactobacillus kunkeei* and *Lactobacillus brevis* isolated from fresh flowers, bees and bee-hives. *Curr Microbiol*, 65, 507-15.
- NGUYEN, D. T., VAN HOORDE, K., CNOCKAERT, M., DE BRANDT, E., AERTS, M., BINH THANH, L. & VANDAMME, P. 2013. A description of the lactic acid bacteria microbiota associated with the production of traditional fermented vegetables in Vietnam. *Int J Food Microbiol*, 163, 19-27.
- NOMURA, M., KOBAYASHI, M., NARITA, T., KIMOTO-NIRA, H. & OKAMOTO, T. 2006. Phenotypic and molecular characterization of *Lactococcus lactis* from milk and plants. *J Appl Microbiol*, 101, 396-405.
- OUATTARA, H. D., OUATTARA, H. G., DROUX, M., REVERCHON, S., NASSER, W. & NIAMKE, S. L. 2017. Lactic acid bacteria involved in cocoa beans fermentation from Ivory Coast: Species diversity and citrate lyase production. *Int J Food Microbiol*, 256, 11-19.
- OUBA, L. I., KANDO, C., PARKOUDA, C., SAWADOGO-LINGANI, H., DIAWARA, B. & SUTHERLAND, J. P. 2012. The microbiology of Bandji, palm wine of *Borassus akeassii* from Burkina Faso: identification and genotypic diversity of yeasts, lactic acid and acetic acid bacteria. *J Appl Microbiol*, 113, 1428-41.

- PAPALEXANDRATOU, Z., FALONY, G., ROMANENS, E., JIMENEZ, J. C., AMORES, F., DANIEL, H. M. & DE VUYST, L. 2011. Species diversity, community dynamics, and metabolite kinetics of the microbiota associated with traditional ecuadorian spontaneous cocoa bean fermentations. *Appl Environ Microbiol*, 77, 7698-714.
- SAKANDAR, H. A., USMAN, K. & IMRAN, M. 2018. Isolation and characterization of gluten-degrading *Enterococcus mundtii* and *Wickerhamomyces anomalus*, potential probiotic strains from indigenously fermented sourdough (Khamir). *Lwt*, 91, 271-277.
- SCHWAN, R. F. & WHEALS, A. E. 2004. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 44, 205-21.
- SLATTERY, L., O'CALLAGHAN, J., FITZGERALD, G. F., BERESFORD, T. & ROSS, R. P. 2010. Invited review: *Lactobacillus helveticus*--a thermophilic dairy starter related to gut bacteria. *J Dairy Sci*, 93, 4435-54.
- SNAUWAERT, I., PAPALEXANDRATOU, Z., DE VUYST, L. & VANDAMME, P. 2013. Characterization of strains of *Weissella fabalis* sp. nov. and *Fructobacillus tropaeoli* from spontaneous cocoa bean fermentations. *Int J Syst Evol Microbiol*, 63, 1709-16.
- THOMPSON, S. S., MILLER, K. B., LOPEZ, A. S. & CAMU, N. 2013. Cocoa and coffee. *Food microbiology*. American Society of Microbiology.
- VAN DE GUCHTE, M., PENAUD, S., GRIMALDI, C., BARBE, V., BRYSON, K., NICOLAS, P., ROBERT, C., OZTAS, S., MANGENOT, S., COULOUX, A., LOUX, V., DERYN, R., BOSSY, R., BOLOTIN, A., BATTO, J.-M., WALUNAS, T., GIBRAT, J.-F., BESSIÈRES, P., WEISSENBACH, J., EHRLICH, S. D. & MAGUIN, E. 2006. The complete genome sequence of *Lactobacillus bulgaricus* reveals extensive and ongoing reductive evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 9274-9279.
- VASQUEZ, A., FORSGREN, E., FRIES, I., PAXTON, R. J., FLABERG, E., SZEKELY, L. & OLOFSSON, T. C. 2012. Symbionts as major modulators of insect health: lactic acid bacteria and honeybees. *PLoS One*, 7, e33188.
- VÁSQUEZ, A., OLOFSSON, T. C. & SAMMATARO, D. 2008. A scientific note on the lactic acid bacterial flora in honeybees in the USA – A comparison with bees from Sweden. *Apidologie*, 40, 26-28.
- VERÓN, H. E., DI RISIO, H. D., ISLA, M. I. & TORRES, S. 2017. Isolation and selection of potential probiotic lactic acid bacteria from *Opuntia ficus-indica* fruits that grow in Northwest Argentina. *LWT*, 84, 231-240.

## LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ ve BAĞIŞIKLIK ÜZERİNE POTANSİYEL ETKİLERİ

Melike VURMAZ, Engin ŞAHİN, Enes DERTLİ

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Laktik Asit Bakterilerinin (LAB) birçoğu probiyotik mikroorganizmalar olarak değerlendirilmektedirler. Probiyotiklerin sağlık üzerine etkilerinin başında da immune-modulasyon nitelikleri gelmektedir. LAB türleri sahip oldukları çeşitli hücre elemanları vasıtasıyla insan hücrelerinde çeşitli pro-inflamatory veya anti-inflamatory sitokinlerin indüklenmesine veya baskılanmasına neden olabilmektedir. LAB türlerinin bu etkileri oluşturabilmelerinin temel mekanizması hücre dışı komponentlerden ileri gelmektedir. Bu kapsamda hücre dışı elemanlar olan ekzopolisakkaritler, çeşitli GROEL gibi proteinler, teichoik asit gibi yapılar insan hücrelerinde spesifik immün yanıtların ortaya çıkabilmesine neden olabilmektedir. Bu çalışmada LAB türlerinin hücre dışı elemanlarının sebep oldukları potansiyel bağışıklık yanıtlarına kısaca yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Laktik Asit Bakterileri, immün sistem, probiyotik mikroorganizmalar

## LACTIC ACID BACTERIA AND THEIR POTENTIAL EFFECTS ON IMMUNE-MODULATION

### ABSTRACT

Lactic Acid Bacteria are among the probiotic species. One of the main functions of probiotics in promoting the health is their immune-modulation characteristics. LAB can trigger specific pro-inflammatory or anti-inflammatory immune responses via their specific cellular components. This cellular components are generally located extracellularly. These extracellular surface components are exopolysaccharides, proteins such as GROEL and structures such as teichoic acids that can trigger specific immune responses in human cells. In this study, we discussed the potential immune-modulation characteristics of LAB and their cellular components

**Keywords:** Lactic Acid Bacteria, immune system, probiotic microorganisms

## GİRİŞ

Bağışıklık sistemi vücudun patojenik mikroorganizmalara karşı korunmasını sağlamaktadır (Watkins, Maier, & Goehler, 1995). Probiyotik hücreler bağırsak mukozasına yapışma yeteneğine sahiptir. Özellikle insanlarda bağışıklık sistemini iyileştirmek için probiyotik mikroorganizmalardan yararlanma düşüncesi artmaktadır. Probiyotik mikroorganizmalar olarak kabul edilen Laktik Asit Bakteri (LAB) suşlarının patojen mikroorganizmalara karşı antagonistik etki gösterdiği belirlenmiştir (Arena et al., 2018). Bu nedenle probiyotik ve prebiyotik içeren gıdalar bağırsak mikrobiyal florasını artırarak bağışıklığın korunmasını sağlamaktadır. Günümüzde LAB'nin insan sağlığı üzerinde fazlasıyla olumlu etkilerinin olduğu ispatlanmıştır (Saarela, Mogensen, Fonden, Mättö, & Mattila-Sandholm, 2000). LAB genellikle Gram pozitif, katalaz negatif, hareketsiz ve spor oluşturmeyen niteliktedir. LAB metabolizma yoluyla karbonhidratları parçalayarak ana ürün olarak laktik asit oluşturmaktadır. Şekerli kullanılarak fermantasyon işlemini gerçekleştirmektedirler. LAB fermantasyon ile ürünün korunmasını, tat, aroma ve tekstür özelliklerini arttırmayı sağlamaktadırlar (Arena et al., 2018).

Probiyotik olarak kabul edilen temel iki bakteri cinsi *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*'dur. Bunun yanı sıra LAB türlerinden *Lactococcus*, *Enterococcus* ve *Streptococcus* cinslerine ait türlerden probiyotik nitelik gösteren önemli suşlar bulunmaktadır (C. Vinderola & Reinheimer, 2003).

Probiyotikler antimikrobiyal ve bağışıklık sistemi üzerindeki potansiyel etkileri ile antibiyotik veya anti-inflamatory ilaçlarına alternatif olarak tercih edilebilmektedir (Oelschlaeger, 2010). Probiyotiklerin diğer yandan da kolesterolü düşürmesi, vitamin sentezini sağlaması, anti-karsinogen etkileri onları ön plana çıkarmaktadır (Sarao & Arora, 2017). Örneğin Sykora ve ark.(2005)'de yaptıkları çalışmada çocuklarda risk oluşturan *Helicobacter pylori* patojenini inhibe etmek için *Lactobacillus casei* DN-114 001 kullanılmıştır ve olumlu sonuç elde edilmiştir (Sarao & Arora, 2017). Başka bir çalışma ise *Listeria monocytogenes*' i inhibe etmek için biyofilm üreten *Lactobacillus* faklı suşları kullanılmış olup bu probiyotik mikroorganizmaların *Listeria monocytogenes*'in gelişmesini önlediği belirlenmiştir (TURHAN, Erginkaya, Uney, & Ozer, 2017). Bu etkilerine ilave olarak probiyotik LAB türleri özellikle hücre dışı elemanları vasıtasıyla temel olarak gastrointestinal sistemde yer alan bağışıklık hücrelerini etkileyebilmekte ve bu türlerin kullanımı ile özel bağışıklık yanıtları alınabilmektedir. Bu çalışmada LAB türlerinin bazı hücre yüzeyi elemanlarının bağışıklık modülasyonu üzerindeki etkilerine değinilmiştir.

### LAB'nin potansiyel olarak sitokinlerini indüklenmesi

İnsan bağışıklık sistemi oldukça karmaşık yapıda düzenleyici elementler içermektedir. Bu düzenleyici bileşenler arasında anti-inflamatory sitokinleri ve spesifik inhibitör bileşenleri yer almaktadır. Zorlayıcı fiziksel koşullar altında bu sitokinler immünomodüler etki göstermektedir. Ayrıca patojenik koşullarda anti-iflamantory arabulucu olmaktadır veya bağışıklık hastalıklarında, proinflamatory bağışıklık kontrolünü sağlamaktadır (Opal & Depalo, 2000). Laktik asit bakterilerinin yüzey elementlerinin immüno-modüler veriminin belirlenmesinde önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir. Bakteri türlerine göre anti-iflamantory veya proinflamatory sitokinlerinin salgılanması ile konak hücre uyarılmaktadır (C. G. Vinderola et al., 2005). Örneğin *L.lactis* tarafından indüklenen anti-inflamatuar etkili bileşenin patojen bir mikroorganizma olan *Yersinia*'a karşı etki gösterdiği belirtilmiştir (Wells & Mercenier, 2008). (Foligne et al., 2007) 'nın yaptığı çalışmada 13 farklı probiyotik suşlarda anti-iflamatory salgılanmasını tespit etmiştir. Bu suşlardan *L. salivarius* Ls33, *L. casei* B123, *L. rhamnosus* Lr32, *L. acidophilus* IPL908 daha fazla anti-inflamatuar salgıladığı



belirlenmiştir. Sonuç olarak LAB türlerinin bu etkilerinin arkasındaki bileşenler olan yüzey elementlerinin daha iyi bir şekilde anlaşılması probiyotik etkinin anlaşılabilmesine katkı sağlayacaktır.

### **Teikoik asitlerin immün sistemindeki rolü**

Bakterilerinin hücre duvarı oldukça önemlidir. Çünkü hücreyi dış etkilerden ve çevresel etkilerden korumaktadır. Gram pozitif bakterilerinin hücre duvarı da temel olarak peptidoglikan tabakası ve bu tabakada yer alan teikoik asitten oluşmaktadır. Teikoik asitler anyonik karbonhidratlar içermektedirler. Teikoik asit hücrede hücre duvarına kovalent bağla bağlanmış (WTA) veya sitoplazma içine gömülü (LTA) bir şekilde bulunmaktadır (Rismondo, Percy, & Gründling, 2018). Teikoik asit peptidoglikan tabakasının hidrolizini önlemektedir. Ayrıca peptidoglikan sentezini engelleyen otolizini bağlayarak bu durumu engellenmektedir (Ling et al., 2015). Teikoik asidin en önemli özelliklerinden bir tanesi de sitokin indüklenmesinde de rol almasıdır (Grangette et al., 2005). Bu çalışmada araştırmacılar teikoik asit yapısında daha az D-Ala olacak şekilde bir mutant *Lactobacillus plantarum* suşu elde etmişler ve orijinal hücre ile mutantın bağışıklık yanıtlarını incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar mutant hücrelere verilen yanıtta proinflamatuvar sitokinlerin oranlarının çok önemli seviyede düştüğünü göstermiş ve aynı zamanda IL-10 seviyesinin mutant tarafından önemi ölçüde indüklendiği gösterilmiştir. Benzer olarak mutant TA'sının sıçan modelinde daha koruyucu bir nitelik sağladığı ortaya konmuştur. Sonuç olarak bu çalışma *L. plantarum*'un hücre duvarında yer alan TA'nın proinflamatuvar veya antinflamatuvar sitokinleri modüle edebildiğini göstermesi bakımından önemlidir.

### **GROEL proteinlerinin immün sisteminde rolü**

Chaperonin olarak da adlandırılan GROEL, proteinlerin şaperon moleküler hale gelmesidir. GROEL proteinlerin katlanmasına yardımcı olarak mekanizmalarda işlevselliğini artırmada yardımcı olmaktadır (Fedorov & Yurkova, 2018). (Desmond, Fitzgerald, Stanton, & Ross, 2004)'nın yaptığı çalışmada stres altında kalan LAB'nin ürettiği GROEL proteinler ile bakterinin iyileştiği belirlenmiştir. Yine (Kunkle et al., 2018) yaptığı çalışmada GroEL proteinlerinin esansiyel hidroksil ile antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir. Önemli olarak yapılan bir çalışmada *L. johnsonii* LA1'in yüzeyinde bulunan GroEL proteininin bu bakterinin immune-modülasyonunda rol oynadığı gösterilmiştir (Szmolka et al., 2018)

### **EPS üretiminin immün sisteminde rolü**

LAB türleri hücreye kovalent bir şekilde veya zayıf bir şekilde bağlanmış veya tamamen hücre dışına iletilecek şekilde ekzopolisakkaritleri üretmektedirler (Laws, Gu, & Marshall, 2001). EPS'in prebiyotik potansiyelinin dışında immünomodülatör, antitümoral ve anti-ülser ajan olduğu da bilinmektedir (Badel, Bernardi, & Michaud, 2011). Yapılan bir çalışmada *Bifidobakteriyel* bir EPS'nin bağışıklığı modüle ettiği ve patojen uzaklaştırılmasında rol aldığı gösterilmiştir (Hall et al., 2013). Probiyotiklerin metabolitlerinden EPS'ler günümüzde prebiyotik potansiyellerinden dolayı oldukça önemli bir yere sahiptir (Liu et al., 2019) ve bağışıklık düzenleyici rolleri üzerinde de daha fazla durularak bu bileşenlerin probiyotik mekanizma açısından etkilerinin daha net anlaşılması ilerleyen dönemlerde önem arz edecektir (Fanning et al., 2012).

## KAYNAKÇA

- Arena, M. P., Capozzi, V., Russo, P., Drider, D., Spano, G., & Fiocco, D. (2018). Immunobiosis and probiosis: antimicrobial activity of lactic acid bacteria with a focus on their antiviral and antifungal properties. *Applied microbiology and biotechnology*, *102*(23), 9949-9958.
- Badel, S., Bernardi, T., & Michaud, P. (2011). New perspectives for Lactobacilli exopolysaccharides. *Biotechnology advances*, *29*(1), 54-66.
- Desmond, C., Fitzgerald, G., Stanton, C., & Ross, R. (2004). Improved stress tolerance of GroESL-overproducing *Lactococcus lactis* and probiotic *Lactobacillus paracasei* NFBC 338. *Appl. Environ. Microbiol.*, *70*(10), 5929-5936.
- Fanning, S., Hall, L. J., Cronin, M., Zomer, A., MacSharry, J., Goulding, D., . . . Dougan, G. (2012). Bifidobacterial surface-exopolysaccharide facilitates commensal-host interaction through immune modulation and pathogen protection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(6), 2108-2113.
- Fedorov, A., & Yurkova, M. (2018). Molecular Chaperone GroEL—toward a Nano Toolkit in Protein Engineering, Production and Pharmacy. *NanoWorld J*, *4*(1), 8-15.
- Foligne, B., Nutten, S., Grangette, C., Dennin, V., Goudercourt, D., Poiret, S., . . . Pot, B. (2007). Correlation between in vitro and in vivo immunomodulatory properties of lactic acid bacteria. *World journal of gastroenterology: WJG*, *13*(2), 236.
- Grangette, C., Nutten, S., Palumbo, E., Morath, S., Hermann, C., Dewulf, J., . . . Mercenier, A. (2005). Enhanced antiinflammatory capacity of a *Lactobacillus plantarum* mutant synthesizing modified teichoic acids. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102*(29), 10321-10326.
- Kunkle, T., Abdeen, S., Salim, N., Ray, A.-M., Stevens, M., Ambrose, A. J., . . . Chapman, E. (2018). Hydroxybiphenylamide GroEL/ES Inhibitors Are Potent Antibacterials against Planktonic and Biofilm Forms of *Staphylococcus aureus*. *Journal of medicinal chemistry*, *61*(23), 10651-10664.
- Laws, A., Gu, Y., & Marshall, V. (2001). Biosynthesis, characterisation, and design of bacterial exopolysaccharides from lactic acid bacteria. *Biotechnology advances*, *19*(8), 597-625.
- Ling, L. L., Schneider, T., Peoples, A. J., Spoering, A. L., Engels, I., Conlon, B. P., . . . Epstein, S. (2015). A new antibiotic kills pathogens without detectable resistance. *Nature*, *517*(7535), 455.
- Liu, G., Chen, H., Chen, J., Wang, X., Gu, Q., & Yin, Y. (2019). Effects of bifidobacteria-produced exopolysaccharides on human gut microbiota in vitro. *Applied microbiology and biotechnology*, *103*(4), 1693-1702.
- Oelschlaeger, T. A. (2010). Mechanisms of probiotic actions—a review. *International Journal of Medical Microbiology*, *300*(1), 57-62.
- Opal, S. M., & Depalo, V. A. (2000). Anti-inflammatory cytokines. *Chest*, *117*(4), 1162-1172.
- Rismondo, J., Percy, M. G., & Gründling, A. (2018). Discovery of genes required for lipoteichoic acid glycosylation predicts two distinct mechanisms for wall teichoic acid glycosylation. *Journal of Biological Chemistry*, *293*(9), 3293-3306.
- Saarela, M., Mogensen, G., Fonden, R., Mättö, J., & Mattila-Sandholm, T. (2000). Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. *Journal of biotechnology*, *84*(3), 197-215.
- Sarao, L. K., & Arora, M. (2017). Probiotics, prebiotics, and microencapsulation: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, *57*(2), 344-371.

- Szmolka, A., Szabo, M., Kiss, J., Pászti, J., Adrián, E., Olasz, F., & Nagy, B. (2018). Molecular epidemiology of the endemic multiresistance plasmid pSI54/04 of *Salmonella* Infantis in broiler and human population in Hungary. *Food microbiology*, 71, 25-31.
- TURHAN, E. U., Erginkaya, Z., Uney, M. H., & Ozer, E. A. (2017). Inactivation effect of probiotic biofilms on growth of *Listeria monocytogenes*. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(4).
- Vinderola, C., & Reinheimer, J. (2003). Lactic acid starter and probiotic bacteria: a comparative “in vitro” study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. *Food Research International*, 36(9-10), 895-904.
- Vinderola, C. G., Duarte, J., Thangavel, D., Perdigon, G., Farnworth, E., & Matar, C. (2005). Immunomodulating capacity of kefir. *Journal of dairy research*, 72(2), 195-202.
- Watkins, L. R., Maier, S. F., & Goehler, L. E. (1995). Immune activation: the role of pro-inflammatory cytokines in inflammation, illness responses and pathological pain states. *Pain*, 63(3), 289-302.
- Wells, J. M., & Mercenier, A. (2008). Mucosal delivery of therapeutic and prophylactic molecules using lactic acid bacteria. *Nature Reviews Microbiology*, 6(5), 349.

## ET ÜRÜNLERİNDE KORUYUCU AJAN OLARAK PROPOLİS

Ayşenur Tarhan, Arş. Gör. Tuğba Elbir, Dr. Öğ. Üyesi Aybike KAMILOĞLU,

Habibe Memiş,

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Propolis, bal arıları tarafından kovani böceklere ve mikroorganizmalara karşı korumak için üretilen ve değişken renklerde olabilen (yeşil, kırmızı, sarı ve kahverengi) reçineli bir maddedir. Arı tutkalı veya arı reçinesi de denilen propolis, polifenoller, flavonidler, fenolik asit ve esterleri, fenolik aldehit ve ketonlar, terpenler, steroller, vitaminler ve aminoasitler gibi biyokimyasal bileşenler bakımından son derece zengindir. Söz konusu bileşenler, propolisin antimikrobiyal, antifungal ve antioksidan etkilere sahip olmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, hastalıkları önleyici ve sağlık durumunu iyileştirici bir takviye olarak birçok ülkede kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda, propolis ve çeşitli çözücüler (etanol, gliserol ve/veya su) kullanılarak elde edilen ekstraktları birçok farklı gıda ürününde kullanılmıştır. Farklı gıda formülasyonlarında antimikrobiyal, antioksidan ve kalite geliştirici (olgunlaşmayı geciktirme, su kaybını önleme vb.) olarak kullanılabilceği rapor edilmiştir. Propolisin çeşitli et ve ürünlerinde (sosis, jambon, köfte, balık vb.) özellikle antioksidan ve antimikrobiyal madde olarak kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalarda, kullanılan propolis ekstraktlarının, et ürünlerinin raf ömrünü uzattığı, ürün içindeki yağlarda meydana gelen oksidatif değişimleri geciktirdiği ve çeşitli mikroorganizmaların gelişimini azalttığı görülmektedir. Bu çalışmada, propolisin et ve et ürünlerinde doğal bir koruyucu olarak önemi ve kullanım imkanları ele alınmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Propolis, Et ürünleri, Antioksidan, Antimikrobiyal.

### PROPOLIS AS PRESERVATIVE AGENT IN MEAT PRODUCTS

#### ABSTRACT

Propolis is a resinous substance that is produced by honey bees to protect the hive against insects and microorganisms and can be in variable colors (green, red, yellow and brown). Propolis also called bee glue or bee resin is considerably rich in biochemical components such as polyphenols, flavonoids, phenolic acid and esters, phenolic aldehydes and ketones, terpenes, sterols vitamins and amino acids. These components provide that propolis has antimicrobial, antifungal and antioxidant effects. Therefore, propolis is used in many countries as a supplement for enhancing the health and preventing the diseases. In recent studies, propolis and the extract obtained by using various solvents (ethanol, glycerol and/or water) have been used in many different food products. It has been reported that it can be used as antimicrobial, antioxidant and improving the quality (delayed ripening, reduction of water

loss etc.) in different food formulations. There are many studies that propolis has been used as antioxidant and antimicrobial agent in various meat products (sausages, ham, meat patties, fish etc.). It was observed that the propolis extracts extended the shelf life of meat products, delayed the oxidative changes in meat lipid and inhibited of several microorganisms. In this study, the importance and opportunity to use of the propolis as a natural preservative agent in meat and meat products were reviewed.

Keywords: Propolis, Meat Products, Antioxidant, Antimicrobial.

## 1.GİRİŞ

Propolis ismi Yunancadan gelmekte ve şehrin ön kısmı anlamını taşımaktadır. Propolis işçi arıların sağladığı birçok bitki reçinesi ve enzimatik salgıların karışımıdır. Yapısında bulunan mum benzeri maddeler nedeni ile de ayrıca arı yapıştırıcısı olarak da bilinmektedir. Propolis arı kovanlarında farklı işlevlere sahiptir. Öncelikli olarak yapıştırıcı özelliği ile kovanlarda bulunan boşlukların onarılmasında kullanılmaktadır. Ayrıca diğer bir özelliği ise kuvvetli antiseptik oluşudur. Balı, arı larvalarını ve peteği mikrobiyal enfeksiyonlara karşı korumaktadır. Su geçirgenliğini limitlemesi nedeni ile peteğe su girişini engellemekte, nem dengesini sağlamaktadır. Ortam sıcaklığı propolis yardımıyla 35 °C civarında seyredebilmektedir [Anjum et al., 2018]. Arıların faaliyetlerini sürdürmesinde ve bal üretiminde önemli bir yeri olan propolis sahip olduğu fonksiyonel özellikler nedeni ile oldukça geniş çalışma alanı bulmuştur [Abas and Yenisey, 2016; Adomaviciute et al., 2017; Alm-Eldeen et al., 2017; Almansour and Jarrar, 2017; Araujo et al., 2018; Babaei et al., 2016; Bonamigo et al., 2017; Campo et al., 2018; Cardoso et al., 2016; Ristivojevic et al., 2016]. Bu derlemede ise propolisin et ve et ürünlerinde koruyucu ajan olarak kullanım imkanlarının incelendiği çalışmalar ele alınmıştır.

## 2. PROPOLİS ve ÖZELLİKLERİ

Propolis, arıların peteklerinde delik açmak, iç duvarları pürüzsüzleştirmek ve girişi davetsiz misafirlere karşı korumak için toplanan, dönüştürülen ve kullanılan güçlü bir yapıştırıcı maddedir. Bal arıları (*Apis mellifera L.*) bitki reçinelerini ağaçların kabuğundaki çatlaklardan ve tomurcuklarından toplar. Arı tarafından işlenen reçine içerisinde tükürük enzimleri, bir miktar sindirilmiş malzeme, balmumu ile karışık bir şekilde kovanda kullanılır. Ham propolis kaynağa göre değişkenlik göstermekle birlikte genellikle % 50 reçine ve bitkisel balsam, % 30 balmumu, % 10 esansiyel ve aromatik yağlar, % 5 polen ve % 5 çeşitli diğer maddelerden oluşur. Propolis antiseptik, antimikotik, bakteriyostatik, spazmolitik, antiinflamatuvar, anestetik ve antioksidan özelliklere sahiptir. Bu nedenle propolisin bilinen kullanımı milattan önce 300' lü yıllara dayanmaktadır. Kullanım alanlarına bakıldığında yara iyileşmesinde, doku rejenerasyonunda, yanıkların tedavisinde, bacak ülserlerinde, sedef hastalığına karşı aktivitede yararlı olduğu iddia edildiği gibi romatizma ve burkulma tedavisi için de pazarlanmıştır. Ayrıca diş hekimliğinde de oldukça etkili bir anestetik madde olduğu iddia

edilmektedir. Diş macunu ve gargara içeriğinde diş eti iltihabı tedavisinde kullanıldığı gibi merhemler, losyonlar benzeri farmasötik ve kozmetik ürünlere de girmiştir [Burdock, 1998].

Propolis yapısında bulunan 300' den fazla bileşen ile farklı çözücü aktivitesine ihtiyaç duymaktadır. Propolis ekstraksiyon yöntemleri aktivitesini etkileyebilmektedir, çünkü farklı çözücüler farklı bileşikleri çözdürmektedir. Kullanılan en yaygın ekstraktlar, etanol, metanol ve su ekstraktlarıdır. Kimyasal bileşimi çok karmaşık olan propolis, sağlandığı bölgenin yerel bitki örtüsüne, doğal özelliklerine bağlı olarak farklı bileşimler göstermektedir. Propolis bu değişken bileşiminin standardizasyonu özellikle tıbbi kullanım açısından önemli bir problemdir [Bueno-Silva et al., 2017; Sforcin, 2016]. Bitki kaynağının kompozisyonu propolis kompozisyonunu belirlemektedir. Bu nedenle kaynağın bilinmesi propolis bileşimi hakkında da bilgi vermektedir. Örneğin Avrupa kavak tipi propolis ana bileşenleri arasında aromatik asitler aromatik esterler uçucu bileşikler, aromatik bileşikler, hidrokarbonlar, steroidler, flavonoidler, asitler mikro ve makro besinler (Ca, K, Mg, Na, Zn, Fe, Mn, Al, Ba, Cl), vitaminler (yani B1, B2, B6, C, E) ve esas olarak monoterpenler ve seskiterpen içeren uçucu yağlar bulunmaktadır [Pobiega et al., 2019]. Propolis örneklerinde antienflamatuar aktiviteye rastlanılmaktadır. Bunun yanısıra propolis örneklerinden izole edilen biyoaktif moleküllerin antibakteriyel, antifungal, antibiyofilm ve antikanser özellikler sergilediği de görülmektedir [Franchin et al., 2018].

Antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteye sahip olan propolis, doğal bileşik olması ve "GRAS" (Genel olarak güvenilir gıda katkısı) olarak kabul edilme avantajlarından dolayı gıda koruyucu olarak kullanılabilir [Seibert et al., 2019].

### 3. ET ve ET ÜRÜNLERİNDE PROPOLİS

Lipit oksidasyonu ve mikrobiyal bozulma, et ve et ürünlerinde özellikle dondurularak ya da soğukta depolanan çiğ ve pişmiş et ürünlerinde kalite bozulmasına sebep olan önemli değişimlerdir. Oksidatif bozulma ile oluşan aroma bileşenleri tüketici tarafından arzu edilmeyen tat oluşumuna sebep olduğu gibi, beslenme ve renk kayıpları gibi kalite kusurları da oluşabilmektedir [Vargas-Sanchez et al., 2014]. Bir çalışmada ise propolis etanol ekstraktı, su ekstraktı ve propolis kullanılmadığı durumlar değerlendirildiğinde azotlu bileşen oluşumunun en az gerçekleştiği ortamın % 0,3 propolis etanol ekstraktı kullanıldığı domuz etlerinde görüldüğü bildirilmiştir [S. K. Han et al., 2001]. SK Han and Park [2002] tarafından yapılan bir çalışmada kür edilmiş domuz etleri farklı propolis ekstraktları (% 0,4 etanol ekstraktı, %0,6 su ekstraktı ve % 0,8 etanol ekstraktının kuru kalıntısı) ile muamele edilmiştir. İşlem sonrasında 5°C de 4 hafta süresince depolanan örneklerde % 0,4 etanol ekstaktının varlığında en düşük TBARS (Tiyobarbütirik asit reaktif ürünleri) değerlerinin tespit edildiği

bildirilmiştir. *Ali et al.* [2010], % 0,6 oranında propolis etanol ekstraktı kullanılan taze oryantel sosislerde, 5°C depolaması sırasında 12 günün ardından propolis ekstraktı içermeyen örneklerde bozulma tespit edilirken ekstrakt içeren örnekler 21 günün sonunda bozulmuştur. TVB-N (Toplam uçucu bazik azot) ve TBA (Tiyobarbütirik asit) miktarları ve mikrobiyal gelişim, ekstrakt içermeyen örneklerde daha yüksek tespit edildiği ifade edilmiştir. Doğal bir katkı maddesi olarak serbest propolis ve mikroenkapsüle propolisin kuru fermente bir et ürününde sodyum eritorbat yerine kullanımının ürün özellikleri açısından değerlendirildiğinde benzer ürünün kalite özellikleri üzerine benzer etkiler gösterdiği fakat kabul edilir düzeyde duyu özellikleri açısından daha düşük bir değerlendirme notu aldığı bildirilmiştir [*Bernardi et al.*, 2013]. *Vargas-Sanchez et al.* [2014] sığır köftelerine ilave edilen propolis etanol ekstraktlarının sahip olduğu polifenolik bileşim (sinnamik asit, rutin, myricetin, quercetin, chrysin, kaempferol, apigenin, pinokembrin, luteolin, acacetin) de göz önünde bulundurulduğunda propolis ilave edilmemiş örneklere kıyasla daha düşük TBARS, MetMb (metmyoglobin) değerleri tespit etmişlerdir. Propolis içeren ambalaj kağıtları kullanılarak (Propolisin metanol ekstraktı püskürtülmüş ya da kağıt içeriğinde olacak şekilde) muhafaza edilen pişmiş ve dilimlenmiş jambon örneklerinde kağıt yüzeyine püskürtülen ekstraktların varlığı lipid oksidasyonunu engelleyici bir etki göstermediği ayrıca kağıt içeriğindeki ekstrakt varlığı ise ürünün organoleptik özelliklerinde önemli bir değişime sebep olmadığı bildirilmiştir [*Rizzolo et al.*, 2016].

Ayrıca et ve et ürünlerinde propolisin antimikrobiyal özelliğinin de incelendiği çalışmalar mevcuttur. *Shahbazi and Shavisi* [2018] kıyma haline getirilmiş sığır etlerinin raf ömrünün uzatılmasında propolis içeren aktif ambalajlamanın etkisini inceledikleri bir çalışmada % 2 oranında propolis etanol ekstraktı içeren ve selüloz nanopartiküller ile desteklenmiş kitosan filmlerin ekstrakt içermeyen ya da daha düşük oranda içeren örneklere kıyasla daha yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhimurium*, *B. cereus*'a karşı) ayrıca protein ve lipid oksidasyonunu geciktirdiği ve duyu özellikleri üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı bildirmişlerdir. *Kim et al.* [2014] tarafından propolisin *E. coli* O157:H7 ile 6 log kob/g düzeyinde inokule edilmiş domuz etlerinde ısıtma etkinliğinin incelendiği bir çalışmada propolisin varlığı sıcaklık ile sinerjik etki göstermiş ve propolis varlığında olmadığı duruma göre aynı sıcaklık değerlerinde daha düşük D (desimal indirgenme süresi) değerleri elde edildiği bildirilmiştir. Benzer şekilde *Vargas-Sanchez et al.* [2014] sığır köftelerinde propolis kullanımıyla mikrobiyal faaliyetin (mezofilik ve psikrotrofik bakteri) indirgenmesini bildirmişlerdir. Propolis etanol ekstraktının fermente sosis üretiminde kullanıldığı bir çalışmada ise propolisin *Listeria innocua* PHLS 2030c üzerine etkisi incelenmiştir. 0.28mg/ml propolis ekstraktı kullanımını ile, 4°C depolama koşullarında *L. innocua*'nın 8. günün sonunda sayılabilir limitin altına indiği, propolis kullanılmayan örneklerde ise 62. gün sonunda bile ortamda varlığının tespit edildiği bildirilmiştir [*Casquete et al.*, 2016].

Propolisin gıdada kullanımının yanısıra sağlık üzerine etkilerine dikkat çekilecek olursa, propolisin birçok toksik maddenin etkisinin engellemesi veya toksik etkilerinin değiştirilmesinde etkili olduğu görülmektedir [*Chaa et al.*, 2019; *El Menyiy et al.*, 2018]. Fakat kimyasal bileşiminde kafeik asit esterlerinin varlığı propolisin allerjen yapısını ortaya çıkarmaktadır [*Burdock*, 1998]. Propolisin 300µg/ml üzerinde dozlarda histamin salınımını arttırdığı fakat düşük dozlarda histamin düzeyi üzerine etkili olmadığı *Orsi et al.* [2005] tarafından bildirilirken, *Ri et al.* [2018], gine domuzlarında anaflaktik şok sırasında propolis enjeksiyonunun histamin reseptörünü bloke etmesi sonucu anaflaktik şoktan kurtulmayı sağladığını tespit etmişlerdir.

#### 4. SONUÇ

Propolis sahip olduğu biyoaktif bileşenlerce gıdaların raf ömrünün uzatılmasında ve çeşitli kalite özelliklerinin iyileştirilmesinde iyi bir potansiyele sahiptir. Et ve et ürünlerinde kullanım imkanları irdelendiğinde göstermiş olduğu antimikrobiyal ve antioksidatif etkiler lipid oksidasyonun geciktirilmesinde ve raf ömrünün uzatılmasında kimyasal katkı maddelerine iyi bir alternatif olduğu düşünülmektedir. Propolisin doğal bir madde olması ve ürüne kolay uygulanabilir olması nedeni ile et ve et ürünlerinde yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Propolis kullanımını limitleyen önemli faktörlerden biri kimyasal bileşiminin sağlandığı kaynağa göre değişkenlik göstermesidir. Kullanımın yaygınlaşması amacı ile standardizasyon çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir. Diğer bir faktör ise yapısında bulunan alerjenlerdir. Bu etkinin bertaraf edilebilmesi için kullanılacağı ürün bazında değerlendirilerek güvenli sınırların belirlenmesi gerekmektedir.



## KAYNAKLAR

Abas, B. I., and C. Yenisey (2016), Anti-tumoral effects of silymarin, curcumin and propolis on leptin induced breast cancer cells, *Febs J*, 283, 343-344.

Adomaviciute, E., S. Pupkeviciute, V. Juskaite, M. Zilius, S. Stanys, A. Pavilonis, and V. Briedis (2017), Formation and Investigation of Electrospun PLA Materials with Propolis Extracts and Silver Nanoparticles for Biomedical Applications, *J Nanomater*.

Ali, F. H., G. M. Kassem, and O. A. Atta-Alla (2010), Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage, *Vet Ital*, 46(2), 167-172.

Alm-Eldeen, A. A., M. A. Basyony, N. K. Elfiky, and M. M. Ghalwash (2017), Effect of the Egyptian propolis on the hepatic antioxidant defense and pro-apoptotic p53 and anti-apoptotic bcl2 expressions in aflatoxin B1 treated male mice, *Biomed Pharmacother*, 87, 247-255.

Almansour, M. I., and B. M. Jarrar (2017), Protective Effect of Propolis Against Pulmonary Histological Alterations Induced by 10 nm Naked Gold Nanoparticles, *Chiang Mai J Sci*, 44(2), 414-426.

Anjum, S. I., et al. (2018), Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review, *Saudi Journal of Biological Sciences*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.08.013>.

Araujo, J. M. E., L. S. Mendonca-Melo, E. D. Araujo, R. P. M. Fernandes, and R. Scher (2018), Phenolic Composition and Leishmanicidal Activity of Red Propolis and *Dalbergia ecastaphyllum* (L.) Taub (Fabaceae) Extracts from Sergipe, Brazil, *Braz Arch Biol Techn*, 61.

Babaei, S., S. Rahimi, M. A. K. Torshizi, G. Tahmasebi, and S. N. K. Miran (2016), Effects of propolis, royal jelly, honey and bee pollen on growth performance and immune system of Japanese quails, *Vet Res Forum*, 7(1), 13-20.

Bernardi, S., C. S. Favaro-Trindade, M. A. Trindade, J. C. C. Balieiro, A. D. Cavenaghi, and C. J. Contreras-Castillo (2013), ITALIAN-TYPE SALAMI WITH PROPOLIS AS ANTIOXIDANT, *Italian Journal of Food Science*, 25(4), 433-440.

Bonamigo, T., J. F. Campos, T. M. Alfredo, J. B. P. Balestieri, C. A. L. Cardoso, E. J. Paredes-Gamero, K. D. Souza, and E. L. dos Santos (2017), Antioxidant, Cytotoxic, and Toxic Activities of Propolis from Two Native Bees in Brazil: *Scaptotrigona depilis* and *Melipona quadrifasciata anthidioides*, *Oxid Med Cell Longev*.

Bueno-Silva, B., A. Marsola, M. Ikegaki, S. M. Alencar, and P. L. Rosalen (2017), The effect of seasons on Brazilian red propolis and its botanical source: chemical composition and antibacterial activity, *Nat Prod Res*, 31(11), 1318-1324.

Burdock, G. A. (1998), Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis), *Food Chem Toxicol*, 36(4), 347-363, doi: [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(97\)00145-2](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(97)00145-2).

Campo, Y., Y. Munoz, A. Lopez, J. Contreras-Velasquez, M. Martinez, and V. Bermudez (2018), Evaluation of the antifungal capacity of ethanolic extracts of propolis against anthracnose in tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.), *Rev Fac Agron Luz*, 35(4), 435-462.

Cardoso, J. G., N. L. P. Iorio, L. F. Rodrigues, M. L. B. Couri, A. Farah, L. C. Maia, and A. G. Antonio (2016), Influence of a Brazilian wild green propolis on the enamel mineral loss and *Streptococcus mutans*' count in dental biofilm, *Arch Oral Biol*, 65, 77-81.

Casquete, R., S. M. Castro, S. Jácome, and P. Teixeira (2016), Antimicrobial activity of ethanolic extract of propolis in “Alheira”, a fermented meat sausage, *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1125773, doi: 10.1080/23311932.2015.1125774.

Chaa, S., M. Y. Boufadi, S. Keddari, A. H. Benchaib, J. Soubhye, P. Van Antwerpen, and A. Riazi (2019), Chemical composition of propolis extract and its effects on epirubicin-induced hepatotoxicity in rats, *Revista Brasileira de Farmacognosia*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2019.01.005>.

El Menyiy, N., N. Al-Waili, A. El Ghouzi, W. Al-Waili, and B. Lyoussi (2018), Evaluation of antiproteinuric and hepato-renal protective activities of propolis in paracetamol toxicity in rats, *Nutr Res Pract*, 12(6), 535-540.

Franchin, M., I. A. Freires, J. G. Lazarini, B. D. Nani, M. G. da Cunha, D. F. Colon, S. M. de Alencar, and P. L. Rosalen (2018), The use of Brazilian propolis for discovery and development of novel anti-inflammatory drugs, *Eur J Med Chem*, 153, 49-55.

Han, S. K., and H. K. Park (2002), Accumulation of thiobarbituric acid-reactive substances in cured pork sausages treated with propolis extracts, *J Sci Food Agr*, 82(13), 1487-1489, doi: 10.1002/jsfa.1216.

Han, S. K., K. Yamauchi, and H. K. Park (2001), Effect of nitrite and propolis preservative on volatile basic nitrogen changes in meat products, *Microbios*, 105(411), 71-75.

Kim, Y.-H., S.-A. Kim, and H.-J. Chung (2014), Synergistic Effect of Propolis and Heat Treatment Leading to Increased Injury to Escherichia coli O157:H7 in Ground Pork, *Journal of Food Safety*, 34(1), 1-8, doi: 10.1111/jfs.12088.

Orsi, R. O., J. M. Sforcin, S. R. C. Funari, and J. C. Gomes (2005), Effect of propolis extract on guinea pig lung mast cell, *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*, 11, 76-83.

Pobiega, K., K. Krasniewska, and M. Gniewosz (2019), Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality - A review, *Trends in Food Science & Technology*, 83, 53-62.

Ri, J.-H., G.-H. Kang, and S.-H. Ra (2018), Experimental study on the effect of Propolis injection Concentration to Anaphylaxis Shock, *Indian Journal of Allergy, Asthma and Immunology*, 32(1), 24-27, doi: 10.4103/ijaai.ijaai\_38\_16.

Ristivojevic, P., I. Dimkic, J. Trifkovic, T. Beric, I. Vovk, D. Milojkovic-Opsenica, and S. Stankovic (2016), Antimicrobial Activity of Serbian Propolis Evaluated by Means of MIC, HPTLC, Bioautography and Chemometrics, *Plos One*, 11(6).

Rizzolo, A., G. Bianchi, M. Povolo, C. A. Migliori, G. Contarini, V. Pelizzola, and T. M. P. Cattaneo (2016), Volatile compound composition and antioxidant activity of cooked ham slices packed in propolis-based active packaging, *Food Packaging Shelf*, 8, 41-49.

Seibert, J. B., et al. (2019), Development of propolis nanoemulsion with antioxidant and antimicrobial activity for use as a potential natural preservative, *Food Chemistry*, 287, 61-67.

Sforcin, J. M. (2016), Biological Properties and Therapeutic Applications of Propolis, *Phytother Res*, 30(6), 894-905.

Shahbazi, Y., and N. Shavisi (2018), A novel active food packaging film for shelf-life extension of minced beef meat, *Journal of Food Safety*, 38(6), e12569, doi: 10.1111/jfs.12569.

Vargas-Sanchez, R. D., G. R. Torrescano-Urrutia, E. Acedo-Felix, E. Carvajal-Millan, A. F. Gonzalez-Cordova, B. Vallejo-Galland, M. J. Torres-Llanez, and A. Sanchez-Escalante (2014), Antioxidant and antimicrobial activity of commercial propolis extract in beef patties, *J Food Sci*, 79(8), C1499-1504, doi: 10.1111/1750-3841.12533.

## ÖNEMLİ BİR PREBİYOTİK OLARAK İNÜLİN

Yasemin Kaya, Dr. Engin Şahin, Dr. Enes Dertli

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

İnulin, fruktan yapısında olup bakteriler ve mantarların yanı sıra bitkilerden de elde edilmektedir. İnulin yararlı bir besin maddesi olmakla birlikte insanlar tarafından sindirilemeyen, çözülebilir bir gıda lifidir. İnulin tipi fruktanlar bağırsaktaki probiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente edildiğinde prebiyotik özelliklere sahip olmaktadır. Sağlık üzerinde olumlu etkilerinden dolayı fruktanlar fonksiyonel gıda bileşenleri olarak kabul edilirler. İnulin ve diğer fruktanlar; soğan, pırasa ve enginar da dâhil olmak üzere yediğimiz bitkilerin çoğunda doğal olarak buldukları için normal insan beslenmesinin bir parçasıdır. Fruktanların çeşitli yollarla sağlık üzerinde düzenleyici etkileri olduğu düşünülmektedir. Bağırsaktaki yararlı *Lactobacilli* ve *Bifidobacteria* türlerinin büyümesini teşvik ederler. Bu etkilerin tümü genellikle sağlığı teşvik ettiğinden dolayı inulinin fonksiyonel bir bileşen olarak düşünülmektedir. Bu çalışmada inulinin potansiyel prebiyotik etkilerine yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** inulin, prebiyotik, probiyotik mikroorganizmalar

### İNÜLİN AS AN IMPORTANT PREBIOTIC

#### ABSTRACT

Inulin is a fructan structure that is obtained from plants as well as bacteria and fungi. Inulin is a food nutrient that is a nutrient that cannot be digested by humans. Inulin type fructans have prebiotic properties when fermented by probiotic microorganisms in the intestine. Fructans are considered functional foods because of their positive effects on health. Inulin and other fructans; it is part of normal human nutrition, since they are naturally found in most of the plants we eat, including onions, leeks and artichokes. Fructans are thought to have regulatory effects on health in various ways. They promote the growth of useful *Lactobacilli* and *Bifidobacteria* species in the gut. All of these effects are generally considered to be a functional component of inulin as it promotes health. In this study, potential prebiotic effects of inulin were included.

**Keywords:** inulin, prebiotic, probiotic microorganisms

## GİRİŞ

Doğadaki en yoğun biyoçeşitliliğe sahip olan bağırsak sistemi literatüre bakıldığında toplam ağırlığı 15 kg olan ve tahmini olarak 100-500 arasında tür barındırdığı görülmektedir (Xu and Gordon, 2003). Bağırsak sisteminde gerçekleşen fermantasyonlardan sakkarolitik fermantasyon homeostatis açısından önem arz etmektedir. Karbonhidrat metabolizması sonucu kısa zincirli yağ asitleri, asetat, bütirat ve propiyonat gibi ara ürünler oluşmaktadır. Açığa çıkan bütiratın kolonositler için önemli bir enerji kaynağı olarak kullanıldığı ve antitümör etkisinde olduğu bilinmektedir. Diğer fermantasyon şekli olan proteolitik fermantasyon sonucunda da aminler, amonyak ve bazı fenolik asit gibi toksik metabolitleri oluştuğu bilinmektedir (Conway, 1995). Bağırsaktaki kolonizasyonu artırmak için antipatojenik yetenek sergilediği düşünülen *Bifidobacteria* ve *Lactobacilli* yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalar arasında yer almaktadır (Gibson and Roberfroid, 1995). Patojen mikroorganizmalara karşı konak hücrenin kolonizasyon direncinin artması ve fermantasyon sonucu enerji sağlayan ürünlerle Bifidobakterler ve Laktobasillerle arasında ilişki olduğu düşünülmektedir (Clausen and Mortensen, 1995). Bifidobakterilerin patojenik bakterilerin büyümesini inhibe ettiği, bağışıklık sistemini modüle ettiği, sindirim enzimleri ürettiği ve antibiyotik tedavisi sonrası bağırsak mikrobiyotasının mikrobiyal bütünlüğünü tekrar sağladığı öne sürülmüştür (Saavedra et al., 1994, Bernet et al., 1993). Mesanza et al. (1971) tarafından mikrobiyal dengeyi sağlayanların probiyotik mikroorganizmalar olduğunu öne sürmüştür. Başlangıçta diğer mikroorganizmaların büyümesini destekleyen mikroorganizmalar olarak tanımlanırken (Lilly and Stillwell, 1965) günümüzde gastrointestinal sistemin mikrobiyal popülasyonunu destekleyen canlı mikroorganizmalar olarak belirtilmektedirler. Bu mikroorganizmalar sadece gastrointestinal sistemde yaşayan canlılar olmayıp belirgin sağlık yararlarının da olması gerekmektedir (Fuller, 1989, Parker, 1974). Bağırsak mikrobiyotasını dengede tutan mikroorganizmalar probiyotikler olup (Mesanza et al., 1971), Fuller (1991) tarafından seçilen mikroorganizmanın probiyotik olabilmesi için intestinal sistemde canlılığını ve endüstriyel ölçekli olabilmesi için büyük ölçüde hazırlanabilme gerekliliğini öne sürmüştür. Kolondaki probiyotik mikroorganizmaların büyüme substratı olarak prebiyotik kullanımı farklı bir yaklaşım olarak öngörülmüştür (Gibson and Roberfroid, 1995). Prebiyotikler, mide ve bağırsakta sindirime direnç gösteren spesifik mikrobiyal grup tarafından seçici olarak fermente olduklarında kolon sisteminde kalan gıda bileşenleridir (Roberfroid et al., 1998).

## PREBİYOTİK KULLANIMININ BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Gibson and Roberfroid (1995) tarafından prebiyotik kavramı “sindirilemeyen gıda bileşeni” olarak kolondaki bir ya da birden fazla yararlı etkileri olan bakterilerin gelişimini teşvik edip konak hücrelerinin sağlık durumunu iyileştiren bileşenler olarak ortaya atılmıştır. Bu konuda farklı araştırmacıların farklı yorumları da bulunmaktadır (Hutkins et al., 2016, Bindels et al., 2015). Bu prebiyotik önerileri arasında en dikkat çekenini ise inülin fermantasyonu sonucu seçici olarak *Bifidobacterium* büyümesini teşvik etmesi olmuştur (Roberfroid et al., 2010,

Gibson et al., 2010, Gibson et al., 2004). Gibson et al. (2004) göre, prebiyotik olabilmesi için 3 ana kriteri sağlaması gerekmektedir.

- Mide asitliğine karşı dirençli olmalı
- Bağırsak mikroflorasında fermente edilebilir olmalı
- Bağırsak bakterilerinin aktivitesini ve büyümesini selektif olarak uyarabilmesi.

Bazı besinlerin bağırsak mikrobiyotasını değiştirebileceği fikri bu tarzdaki besin maddelerinin tanımları yapılmadan önce mevcut olmakla beraber 1980 ile 1990'li yıllarda sukrozdan üretilen inülin, oligofruktoz ve fruktooligosakkaritlerin biyolojik özellikleri rapor edilmiştir (Hidaka et al., 1991, Okazaki et al., 1990, Ito et al., 1990, Tanaka et al., 1983).

Beslenme uzmanları tarafından benimsenen prebiyotikler büyük bir artış göstererek gıdalarda farklı şekillerde formüle edilmektedirler. Ayrıca inülin bazı oligosakkaritler birçok bilim adamları tarafından prebiyotik olduğu varsayılmıştır (Dixon, 2006, Brugger, 2006, Slavin, 2003, Charalampopoulos et al., 2002, Blaut, 2002). Özellikle inülin ve fruktooligosakkaritler ile beslenen sağlıklı insanlar ve hayvanlarda belirgin bir şekilde *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* cinslerinin arttığı gözlemlenmiştir (Williams et al., 2009, Roberfroid et al., 1998, Roberfroid, 1996, Hidaka et al., 1991). Prebiyotik kullanımında probiyotik mikroorganizma olarak önemli ölçüde varlığını gösteren *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* cinsleri gelişimin teşvik edilmesi noktasında hedef alınmıştır (Tannock, 2002, Fooks and Gibson, 2002, Capurso, 2001, Hirayama and Rafter, 2000, Gibson and Angus, 2000, Roberfroid et al., 1998, Hamburger et al., 1997, Fuller, 1997).

## İNÜLİNİN KULLANIMI

İnülin tipi fruktanlar bağırsaktaki probiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente edildiğinde prebiyotik özelliklere sahip olmaktadır. Sağlık üzerinde olumlu etkilerinden dolayı fruktanlar fonksiyonel gıdalar olarak kabul edilmektedirler (Ritsema and Smeekens, 2003). Prebiyotikler arasında inülin, fruktozdan oluşan bir karbonhidrat çeşidi olarak göze çarpmaktadır. İnülin insan gastrointestinal sistemi tarafından salgılanan enzimlerle sindirilemeyen bu sebepten dolayı kalori değeri olmayan, çözünür ve fermente edilebilir diyet lifidir. Kolondaki yararlı bakterilerin büyümesini teşvik ederken istenmeyen bakterileri gelişimini baskılamaktadır (Ramirez-Farias et al., 2008, Juśkiewicz et al., 2008, Roberfroid, 2007, Kolida and Gibson, 2007). İnülin iki farklı FOS türünden birisi olup inülinaz enzimi tarafından kontrollü şartlar altında hindibadan ekstrakte edilmektedir (Gibson et al., 2010). Hindibadan üretilen inülin günümüzde gıda katkı maddesi olarak kullanılan birincil fruktan arasında yer almaktadır (Ritsema and Smeekens, 2003). Piyasada bulunan inülin ve oligofruktozların çoğu sukrozdan sentezlenmekte veya hindiba köklerinden elde edilmektedir. Hindiba kökü endüstride kahve ikamesi olarak da kullanılmaktadır (Pazola and Cieslak, 1979). Ekolojik döngüdeki geniş biyoçeşitlilik taşıyan fruktan bitkileri ve sindirilemeyen karbonhidratları tanımlayabilmek için yeterli fırsatları sunmuştur (Leach and Sobolik, 2010). İnülinin kemikler için kalsiyum emilimini arttırdığı (Lobo et al., 2009, Weaver, 2005, Dahl et al., 2005), gastrointestinal sistemdeki enfeksiyonlara karşı yüksek direnç gösterdiği (Yap et al., 2008, Sauer et al., 2007, Dahl et al., 2005), arteriyel hipertansiyonu (Rault-Nania et al., 2008) ve kolon kanserini önlemeye yardımcı olduğu üzerine araştırma bulguları tespit

edilmiştir (Davis and Milner, 2009, Sauer et al., 2007, Gibson et al., 2007). Ayrıca yüksek fruktanlı beslenme sonucunda inülinin, kandaki insülin, kolesterol ve triaçilgliserol konsantrasyonunu düşürmeye yardımcı olabildiği vurgulanmıştır (Delzenne and Kok, 2001, Jackson et al., 1999). Bu etkilerin tümü genellikle sağlığı teşvik ettiğinden dolayı inülinin fonksiyonel bir bileşen olarak ifade olunmaktadır (Ritsema and Smeekens, 2003) İnulin, su ile emülsifiye edildiği zaman yağa benzer bir yapı meydana getirirken, düşük kalorifik değere sahip bir jel yapısı oluşturur. Birçok üründe örneğin dondurmada ve yoğurtlarda yağ kullanımını yerine düşük kalorili olarak inülin kullanılmaktadır (Ritsema and Smeekens, 2003). Günümüz tüketicileri artık yağı ve kalorisi azaltılmış sağlıklı yiyecekleri tercih etmektedirler. Bugünün ve yarının gıda formülasyonlarında inülinin kullanımı göz ardı edilmeyecek kadar yaygınlaşmaktadır (Niness, 1999).

## KAYNAKÇA

- BERNET, M.-F., BRASSART, D., NEESER, J.-R. & SERVIN, A. L. 1993. Adhesion of human bifidobacterial strains to cultured human intestinal epithelial cells and inhibition of enteropathogen-cell interactions. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59, 4121-4128.
- BINDELS, L. B., DELZENNE, N. M., CANI, P. D. & WALTER, J. 2015. Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 12, 303.
- BLAUT, M. 2002. Relationship of prebiotics and food to intestinal microflora. *European Journal of Nutrition*, 41, i11-i16.
- BRUGGER, A. 2006. Inulin studies in humans: Overview of health benefits. *US Pharmacist*, 10, 109.
- CAPURSO, L. 2001. Probiotics and prebiotics and food intolerance. *Allergy*, 56, 125-126.
- CHARALAMPOPOULOS, D., WANG, R., PANDIELLA, S. & WEBB, C. 2002. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. *International journal of food microbiology*, 79, 131-141.
- CLAUSEN, M. R. & MORTENSEN, P. 1995. Kinetic studies on colonocyte metabolism of short chain fatty acids and glucose in ulcerative colitis. *Gut*, 37, 684-689.
- CONWAY, P. L. 1995. Microbial ecology of the human large intestine. *Human colonic bacteria*.
- DAHL, W. J., WHITING, S. J., ISAAC, T. M., WEEKS, S. J. & ARNOLD, C. J. 2005. Effects of thickened beverages fortified with inulin on beverage acceptance, gastrointestinal function, and bone resorption in institutionalized adults. *Nutrition*, 21, 308-311.
- DAVIS, C. D. & MILNER, J. A. 2009. Gastrointestinal microflora, food components and colon cancer prevention. *The Journal of nutritional biochemistry*, 20, 743-752.
- DELZENNE, N. M. & KOK, N. 2001. Effects of fructans-type prebiotics on lipid metabolism. *The American journal of clinical nutrition*, 73, 456s-458s.
- DIXON, S. 2006. Prebiotics and probiotics: What are they and why should I eat them. *University of Michigan Comprehensive Cancer Center, USA*.
- FOOKS, L. & GIBSON, G. R. 2002. Probiotics as modulators of the gut flora. *British Journal of Nutrition*, 88, s39-s49.
- FULLER, R. 1989. Probiotic in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.*, 66, 131-139.



- FULLER, R. 1991. Probiotics in human medicine. *Gut*, 32, 439.
- FULLER, R. 1997. *Probiotics 2: applications and practical aspects*, Springer Science & Business Media.
- GIBSON, G. & ANGUS, F. 2000. *Leatherhead ingredients handbook: Prebiotics and probiotics*. Leatherhead Food Research Association.
- GIBSON, G. R., MCCARTNEY, A. L. & RASTALL, R. A. 2007. Prebiotics and resistance to gastrointestinal infections. *British Journal of Nutrition*, 93.
- GIBSON, G. R., PROBERT, H. M., LOO, J. V., RASTALL, R. A. & ROBERFROID, M. B. 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutr Res Rev*, 17, 259-75.
- GIBSON, G. R. & ROBERFROID, M. B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of nutrition*, 125, 1401-1412.
- GIBSON, G. R., SCOTT, K. P., RASTALL, R. A., TUOHY, K. M., HOTCHKISS, A., DUBERT-FERRANDON, A., GAREAU, M., MURPHY, E. F., SAULNIER, D., LOH, G., MACFARLANE, S., DELZENNE, N., RINGEL, Y., KOZIANOWSKI, G., DICKMANN, R., LENOIR-WIJNKOOP, I., WALKER, C. & BUDDINGTON, R. 2010. Dietary prebiotics: current status and new definition. *Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods*, 7, 1-19.
- HAMBURGER, R., CLEMENS, R. & BROWN, C. 1997. The roles of probiotics and prebiotics in infants pags 159-172. *Neonatal hematology and immunology III*. Ed. JA Bellanti, Elsevier science, Amsterdam.
- HIDAKA, H., TASHIRO, Y. & EIDA, T. 1991. Proliferation of bifidobacteria by oligosaccharides and their useful effect on human health. *Bifidobacteria and Microflora*, 10, 65-79.
- HIRAYAMA, K. & RAFTER, J. 2000. The role of probiotic bacteria in cancer prevention. *Microbes and infection*, 2, 681-686.
- HUTKINS, R. W., KRUMBECK, J. A., BINDELS, L. B., CANI, P. D., FAHEY, G., GOH, Y. J., HAMAKER, B., MARTENS, E. C., MILLS, D. A., RASTAL, R. A., VAUGHAN, E. & SANDERS, M. E. 2016. Prebiotics: why definitions matter. *Current Opinion in Biotechnology*, 37, 1-7.
- ITO, M., DEGUCHI, Y., MIYAMORI, A., MATSUMOTO, K., KIKUCHI, H., MATSUMOTO, K., KOBAYASHI, Y., YAJIMA, T. & KAN, T. 1990. Effects of administration of galactooligosaccharides on the human faecal microflora, stool weight and abdominal sensation. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 3, 285-292.
- JACKSON, K. G., TAYLOR, G. R., CLOHESSY, A. M. & WILLIAMS, C. M. 1999. The effect of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentrations in middle-aged men and women. *British Journal of Nutrition*, 82, 23-30.
- JUŚKIEWICZ, J., AŠMANSKAITĖ, L., ZDUŃCZYK, Z., MATUSEVIČIUS, P., WRÓBLEWSKA, M. & ŻILINSKIENĖ, A. 2008. Metabolic response of the gastrointestinal tract and serum parameters of rabbits to diets containing chicory flour rich in inulin. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 92, 113-120.
- KOLIDA, S. & GIBSON, G. R. 2007. Prebiotic capacity of inulin-type fructans. *Journal of Nutrition*, 137, 2503s-2506s.
- LEACH, J. D. & SOBOLIK, K. D. 2010. High dietary intake of prebiotic inulin-type fructans in the prehistoric Chihuahuan Desert. *Br J Nutr*, 103, 1558-61.
- LILLY, D. M. & STILLWELL, R. H. 1965. Probiotics: growth-promoting factors produced by microorganisms. *Science*, 147, 747-748.
- LOBO, A. R., COCATO, M. L., JORGETTI, V., DE SÁ, L. R., NAKANO, E. Y. & COLLI, C. 2009. Changes in bone mass, biomechanical properties, and microarchitecture of calcium-

- and iron-deficient rats fed diets supplemented with inulin-type fructans. *Nutrition research*, 29, 873-881.
- MESANZA, J. S., PANIZO, C., CARRIZOSA, D. & J SPERTI, G. 1971. Probiotics, Avi. Publishing Co. West point, Connecticut. Ensayos para la investigación: importancia del control lechero caprino (Tests for research: the importance of goat milk) REDVET. *Rev. electrón. vet.* <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> disponible en <http://revista.veterinaria.org>, 419-423.
- NINESS, K. R. 1999. Inulin and oligofructose: what are they? *The Journal of nutrition*, 129, 1402S-1406S.
- OKAZAKI, M., FUGIKAWA, S. & MATSUMOTO, N. 1990. Effect of xylooligosaccharide on the growth of bifidobacteria. *Bifidobacteria and Microflora*, 9, 77-86.
- PARKER, R. 1974. Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Anim Nutr Health*, 29, 4-8.
- PAZOLA, Z. & CIESLAK, J. 1979. Changes in carbohydrates during the production of coffee substitute extracts, especially in the roasting process. *Food chemistry*, 4, 41-52.
- RAMIREZ-FARIAS, C., SLEZAK, K., FULLER, Z., DUNCAN, A., HOLTROP, G. & LOUIS, P. 2008. Effect of inulin on the human gut microbiota: stimulation of *Bifidobacterium adolescentis* and *Faecalibacterium prausnitzii*. *British Journal of Nutrition*, 101, 541-550.
- RAULT-NANIA, M.-H., DEMOUGEOT, C., GUEUX, E., BERTHELOT, A., DZIMIRA, S., RAYSSIGUIER, Y., ROCK, E. & MAZUR, A. 2008. Inulin supplementation prevents high fructose diet-induced hypertension in rats. *Clinical Nutrition*, 27, 276-282.
- RITSEMA, T. & SMEEKENS, S. 2003. Fructans: beneficial for plants and humans. *Current Opinion in Plant Biology*, 6, 223-230.
- ROBERFROID, M., GIBSON, G. R., HOYLES, L., MCCARTNEY, A. L., RASTALL, R., ROWLAND, I., WOLVERS, D., WATZL, B., SZAJEWSKA, H. & STAHL, B. 2010. Prebiotic effects: metabolic and health benefits. *British Journal of Nutrition*, 104, S1-S63.
- ROBERFROID, M. B. 1996. Functional effects of food components and the gastrointestinal system: chicory fructooligosaccharides. *Nutrition reviews*, 54, S38-42.
- ROBERFROID, M. B. 2007. Inulin-type fructans: Functional food ingredients. *Journal of Nutrition*, 137, 2493s-2502s.
- ROBERFROID, M. B., VAN LOO, J. A. & GIBSON, G. R. 1998. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *The Journal of nutrition*, 128, 11-19.
- SAAVEDRA, J. M., BAUMAN, N. A., PERMAN, J., YOLKEN, R. H. & OUNG, I. 1994. Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhoea and shedding of rotavirus. *The lancet*, 344, 1046-1049.
- SAUER, J., RICHTER, K. K. & POOL-ZOBEL, B. L. 2007. Products formed during fermentation of the prebiotic inulin with humangut flora enhance expression of biotransformation genes in human primary colon cells. *British Journal of Nutrition*, 97, 928-937.
- SLAVIN, J. 2003. Why whole grains are protective: biological mechanisms. *Proceedings of the Nutrition society*, 62, 129-134.
- TANAKA, R., TAKAYAMA, H., MOROTOMI, M., KUROSHIMA, T., UEYAMA, S., MATSUMOTO, K., KURODA, A. & MUTAI, M. 1983. Effects of administration of TOS and *Bifidobacterium breve* 4006 on the human fecal flora. *Bifidobacteria and microflora*, 2, 17-24.
- TANNOCK, G. W. 2002. *Probiotics and prebiotics: where are we going?*, Horizon Scientific Press.
- WEAVER, C. M. 2005. Inulin, oligofructose and bone health: experimental approaches and mechanisms. *British journal of Nutrition*, 93, S99-S103.

- WILLIAMS, C. H., WITHERLY, S. A. & BUDDINGTON, R. K. 2009. Influence of Dietary Neosugar on Selected Bacterial Groups of the Human Faecal Microbiota. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 7, 91-97.
- XU, J. & GORDON, J. I. 2003. Honor thy symbionts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 10452-10459.
- YAP, W. K., MOHAMED, S., JAMAL, M. H., DIEDERICK, M. & MANAP, Y. A. 2008. Changes in infants faecal characteristics and microbiota by inulin supplementation. *Journal of clinical biochemistry and nutrition*, 43, 159-166.

## YABANI MEYVELERİN ANTIOKSİDAN POTANSİYELİ

Elif Pınar İLHAN, Dr. Öğ. Üyesi Özlem ÇAKIR, Doç. Dr. Enes DERTLİ, Doç. Dr. Engin ŞAHİN

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Yabani meyveler son yıllarda birçok özelliğinden dolayı oldukça ilgi çekmektedir. Bununla birlikte gerek bilimsel ve gerekse gıda ve medikal alanlarda bu meyveler üzerinde çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Yabani meyveler, doğada kendiliğinden ve insan müdahalesi olmaksızın yetişen meyveler olup sayısız faydaları vardır. Bu meyvelere alıç, ahlat, gilaburu, iğde, kızamık, kuşburnu, muşmula, yaban mersini, karamuk vb. örnek olarak verilebilir. Bu meyvelerin en belirgin özelliklerinden biri de sahip oldukları antioksidan özellikleridir. Antioksidanlar, vücudumuzda bulunması dışında beslenme yolu ile de alınan kimyasal bileşiklerdir. Gıdalar sayesinde alınan antioksidanların başında A, E, C ve selenyum gelmektedir. Bu bileşiklerin en önemli özelliği vücut hücrelerine zarar veren serbest radikallere karşı vücudu koruması ve hasta olma ihtimaline karşı koruyucu önlem almasıdır. Antioksidan çoğu sebze, meyve, bitkisel yağlar, beyaz ve kırmızı et, tahıl gibi gıdalarda bulunmaktadır. Bazı bilimsel çalışmalarda yabani meyvelerde bulunan antioksidan madde oranının bu gıdalara göre daha çok olduğu bildirilmektedir.

Bu derleme çalışmasında; yabani meyveler ve antioksidan içerikleri ve miktarı, antioksidan etki mekanizması ve hangi yabani meyvede daha yüksek miktarda bulunduğu, ayrıca sağlık açısından faydaları üzerinde durularak bir kısım bilimsel çalışmalar ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yabani meyve, antioksidan, sağlık

### ABSTRACT

Wild fruits are grown in natural environment by themselves without external effects like human touching and have several benefits for human wealth. Hawthorn, wild pear, silverberry, rose hip, medlar, highbush cranberry and bilberry may be said as examples for wild fruits. But most important property of these fruits is their antioxidant activity. Antioxidants are some chemical compounds taken into the body by foods. Most known antioxidant materials taken by foods are A, E, C vitamins and selenium. Most significant mission of antioxidants is protecting the cells from damaging and deforming free radicals and restrains across to the some diseases. Antioxidants are existed in most of vegetables, vegetable oils, cereals and meat in high rates. But they exists in fruits especially wild fruits in higher rates according to some scientific researches..

In the concept of this review study, antioxidant content of wild fruits are exposed and studied. Some high antioxidant including fruits (rose hip, wild pear, wild apple, highbush cranberry, barberry and hawthorn) are investigated and presented.

**Keywords:** wild fruit, antioxidant, health

## 1. GİRİŞ

Tarihin başlangıcından bu yana doğal olarak yetişen yabancı meyveler gerek beslenme, gerek tıbbi ve bazen diğer amaçlarla (boya, süs eşyası ve bitkisi, tatlandırıcı vb.) kullanılmaktadır. Birçok yabancı meyve türü besleyicilik ve tıbbi uygulamalar açısından oldukça zengin ve değerli içeriklere sahiptir. Her ne kadar bu meyveler üzerinde tarımsal ekonomik birçok araştırma yapılmış ve yapılıyor olsa da halen daha kültüre alınmamış ve yeterli derecede tanınmayan ve değerlendirilemeyen yabancı meyve türleri olduğu düşünülmektedir. Bu tür meyvelerin doğal özelliklerinin bozulmadan, tanıtımının yapılması, özelliklerinin ortaya çıkarılması, değerlendirilmesi, kültür altına alınması, geliştirilmesi ve gerek ürünlerinin gerekse bitkisinin yaygınlaştırılması kırsal kesim insanların ekonomik olarak iyileştirilmesi ve mevcut besin kaynaklarının çeşitlendirilmesi açısından son derece önem arz etmektedir. Bu önerilerin hayata geçirilmesi için bu meyvelerin her birine ait özelliklerin belirlenmesi ve tanıtılması gerekmektedir (Mohapatra ve Panda, 2009).

Yabancı meyve türleri genel olarak mevcut hali ile yaygın olarak tanınan ve yaygın olarak kullanım altında olan türler ve yaygın olarak tanınmamış, yöresel olarak kullanımı mevcut ya da dar bir kesim tarafından değerlendirilebilen meyveler olmak üzere iki başlık altında incelenmektedir. İkinci kısım içinde halen daha bilinmeyen türler olabileceği düşünülmektedir (Mohapatra ve Panda, 2009). Mesela bazı yabancı meyve türleri yerel olarak farklı yerlerde farklı amaçlar için kullanılabilir. Örneğin kızamık meyvesi Anadolu'nun bazı bölgelerinde kanama giderici ya da ağrı kesici amaçlarla kullanılırken, İran'da yara iyileştirme ve kemik hastalıkları için kullanılmaktadır (Karabulut, 2018).

Yabancı meyveler sahip oldukları besin içerikleri nedeniyle de oldukça önemli kaynaklardır. Özellikle bazı vitamin ve mikro besin yapıları açısından çok değerli olan doğal kaynakların başında gelmektedirler. Öyle ki çok iyi vitamin kaynağı olarak bilinen bazı meyveler yabancı meyvelere kıyasla daha az vitamin içeriğine sahip olabilmektedir (Akinnifesi vd., 2005).

Yabancı meyveler insan müdahalesi olmaksızın kendiliğinden doğada yetişen genellikle sağlığa zararlı olabilecek herhangi bir bileşen bulundurmadığı düşünülen bitkiler olduklarından dikkat çekici olmaktadır. Bunların yanı sıra ani iklim değişikliklerine ve farklı hava koşullarına karşı bu tür meyvelerin doğal direnci oldukça iyidir. Yabancı meyveler insan vücudu için önemli olan birçok vitamin, mineral gibi maddeleri yapısında barındırdığından insan beslenmesinde yer alması gereken ana kaynaklar arasındadır. Bu tür meyveler hakkında yapılan araştırmalar neticesinde ulaşılan bilgiler insanların ilgisini bu yöne çekmiştir. Bunun sonucunda da yabancı meyveler ve ürünleri hakkında dış pazarlarda ve bazı endüstriyel gıda uygulamalarında yeni alanlar açılmaktadır. Hatta günümüzde doğal besinlerin tüketilmesi için hatırı sayılır miktarlarda paralar harcanmaktadır (Mohapatra ve Panda, 2009)

Yabancı meyvelerin ihtiva ettiği en önemli bileşiklerden bir tanesi de antioksidanlardır. Antioksidanlar oksidasyon adı verilen reaksiyonları yavaşlatan veya durduran ve bu şekilde canlıların hastalıklara karşı korunmasını sağlayan, vücuttaki hasarı azaltabilen veya önleyebilen kimyasal bileşiklerdir. Gıdalarda tat, renk, koku gibi özelliklerin korunmasına da katkı sağlamaktadır. Antioksidanlar beslenme yoluyla vücuda girmekte ve en önemlileri arasında vitamin A, C, E ve selenyum yer almaktadır.

Bu çalışma kapsamında ülkemizde bulunan ve doğada kendiliğinden yetişen bazı yabancı meyveler tanıtılarak ihtiva ettikleri antioksidan açısından bir değerlendirme yapılacaktır. Bu

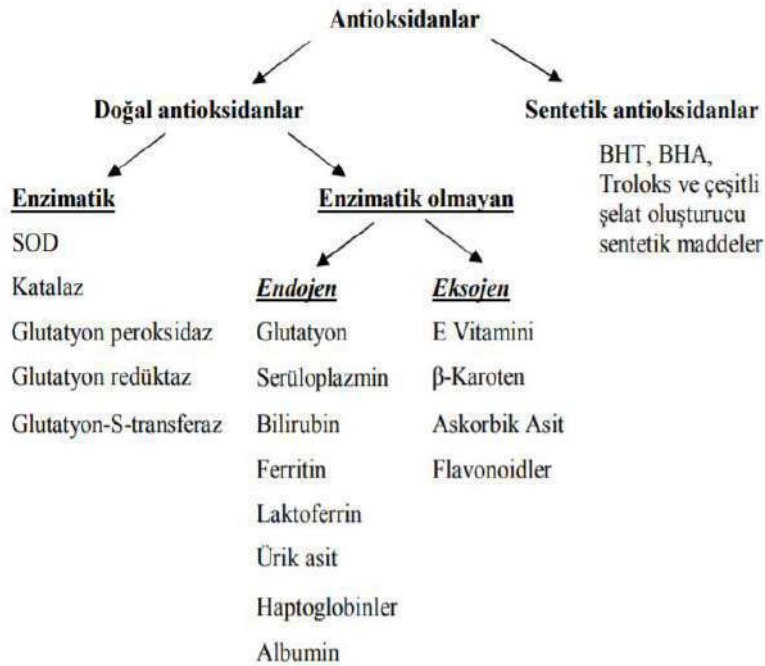
amaçla incelenecek meyveler kuşburnu, ahlat, yabani ekşi elma, kızamık, gilaburu, alıç olarak belirlenmiştir.

### 1.1. Antioksidanlar

Antioksidanlar canlı organizma içinde serbest radikallerin meydana gelmesini engellemekte ya da durdurmaktadır. Buna ilaveten varsa mevcut radikalleri de süpürmekte ve canlının zarar görmesini engellemektedir. Antioksidanlar yapılarında genellikle fenolik fonksiyon taşıyan moleküller barındırmaktadır (Kahkönen vd., 1999). Antioksidanlar, yükseltgenebilen bileşenlere göre daha düşük derişimlerde prooksidanlarla başlatılan oksidasyonu önemli oranda engellemekte ya da geciktirilmektedir. Bir antioksidanın aktivitesi aşağıda sunulan etkenlere göre belirlenmektedir.

- Hidrojen veya elektron donör aracı olarak gösterebildiği reaktivite (Genelde indirgeme potansiyeline bağlıdır).
- Antioksidandan türeyen radikalin akıbeti
- Diğer antioksidanlarla etkileşim yeteneği
- Geçiş metali şelatlama potansiyeli (Rice-Evans vd., 1997).

Normal fizyolojik koşullarda hücreler, oluşan serbest radikal ürünleri ve peroksitler gibi moleküllerin neden olabileceği oksidatif hasara karşı antioksidan savunma sistemleri tarafından korunur (Rice-Evans vd, 1997). Bu sistemler aşağıda gösterildiği gibi doğal ve sentetik antioksidanlar olarak iki gruba ayrılırlar (Şekil 1).



Şekil 1. Antioksidanların sınıflandırılması (Ulusoy, 2010).

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

**Kuşburnu (*Rosa canina*):** Rosaceae familyası içinde Rosa cinsine ait bir türdür. Dünyada Rosaceae familyasına ait 200 takson olduğu ifade edilmektedir. Ülkemizde ise 25 taksonun yayılış yaptığı ve Bayburt - Gümüşhane yöresinde 17 adet doğal kuşburnu taksonu bulunduğu

bildirilmektedir. Bu meyve Asya, Avrupa ve Kuzeybatı Afrika'da doğal yayılış yapan kışın yaprağını döken çalı formunda bir bitkidir. Bu türün anavatanının öncelikle Anadolu olmak üzere Kuzey ve Orta Avrupa ve Batı Asya olduğu bildirilmektedir. Ülkemizde ise Bayburt ve Gümüşhane illeri içinde yoğun olarak bulunmakta ve değerlendirilmektedir. Yapraklarını kış mevsiminde dökmektedir. Halk arasında koyungözü, yabangülü, deligül, gülburnu, gülelması gibi isimlerle de anılmaktadır. Bu meyvenin sahip olduğu en önemli antioksidan bileşik C vitamindir (Öz vd., 2018).

Taştekin (2017), Samsun ve çevresinde yetişen kuşburnu meyvesinin antioksidan kapasitesi üzerine yaptığı çalışmada toplam antioksidan seviyesini 2,590-2,620 mmol/L, toplam oksidan seviyesini 6,130-7,410 mmol/L olarak belirlemiştir. Altan (2014), tarafından yapılan çalışmada kuşburnu meyvesinin antioksidan kapasite TEAC değerleri 696,71-28,24  $\mu\text{M}$  troloksg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. Fattahi vd. (2012) yaptığı bir çalışmada *Rosa canina* ve *Rosa pimpinellifolia* meyvelerinin antioksidan ve antiradikal temizleme özelliklerini incelemiştir. Radikal temizleme yüzdelerinin ise hidrojen peroksit %22,41 ve %58,10 olduğunu, DPPH %79,16 ve %87,78 olduğunu ifade etmişlerdir. Macit 2018 tarafından yapılan bir çalışma kapsamında birkaç farklı metot kullanılarak kuşburnu meyvesinin antioksidan kapasitesi belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre meyvenin antioksidan potansiyeli DPPH, CUPRAC, ABTS ve FRAP metotlarına göre sırası ile 25,03, 64,93, 35,93, ve 13,14 mg TEAC/mL olarak bildirilmiştir. Başka bir çalışmada *Rosa canina* meyvesinin antioksidan aktivite seviyesi DPPH için 100  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , ABTS için ise 140  $\mu\text{g}/\text{mL}$  olarak bildirilmiştir (Kerasioti vd., 2019). Kurutulmuş ve taze kuşburnu meyveler için antioksidan potansiyellerinin sunulduğu bir çalışmada kuru ve taze meyveler için antioksidan değerleri sırası ile 0,25 ve 0,32 mM TE/g DW olarak bildirilmektedir (Paunović vd. 2019). Kuşburnu meyvesi üzerine yapılmış olan başka bir çalışmada ise toplam antioksidan seviyesi 4.602 mmol/L olarak bildirilmiştir (Pehlivan vd., 2018).

**Ahlat** (*Pyrus elaeagrifolia*): Gülgillerden; kendiliğinden doğal olarak yetişen bir ağaç olup dikenli bir yapısı vardır. Anadolu'da oldukça çok karşılaşılabilen yabani bir armut türüdür. Çakal armudu, çördük gibi yerel isimlerle de bilinmektedir. Kuraklığa, zor iklim koşullarına, soğuk havaya ve hava kirliliğine dayanıklı bir tür olup birçok farklı coğrafya ve iklim şartlarında bulunabilmektedir. Kurak arazilerde, orman açıklık sahalarında, bozkırlarda ya da ormandan açılmış tarlalarda çeşitli alıç (*Crataegus*) türleriyle beraber bulunmaktadır. Yetiştirme şartlarına göre 3-10 metre arasında boyolanabilmekte ancak çoğunlukla kısa bir ağaç olarak görülmektedir. Yaprakları dar, gri-yeşil yoğun tüylü ve tam kenarlıdır. Nisan ayında çiçek açmakta, meyvesi sonbaharda olgunlaşmaktadır. Meyvesi üç dört cm çapında ve oldukça buruk lezzettedir (Anonim 2019).

Yabani armut türü üzerine yapılan bir çalışmada antioksidan kapasitesi CUPRAC metodu için 104,05 mg TEAC/g FW, DPPH için 3,49 SC<sub>50</sub>(mg/mL) ve ABTS için 5,01 SC<sub>50</sub>(mg/mL) olarak bildirilmiştir (Baltaş, 2017). Bu meyvenin kabuk ve yaprakları antioksidan aktivite açısından DPPH metodu kullanılarak incelenmiştir. Antioksidan aktivite değerleri meyve kabuğu için 46.47 ve yaprak için 35.72  $\mu\text{g}/\text{mL}$  olarak belirlenmiştir (Qiu vd. 2018). Japonya'nın kuzeyinden toplanan bazı yabani armut türleri için yapılan bir çalışma sonucunda meyvenin DPPH radikal süpürme aktivitesi 1.40 mg g<sup>-1</sup> FW ve 19.76  $\mu\text{mol}$  g<sup>-1</sup> FW değerleri arasında bulunmuştur (Leguchi vd., 2015).

**Yabani ekşi elma** (*Malus sylvestris* MILLER): *Malus sylvestris* çok yıllık bir ağaç olup geçirgen ve nemli toprağı, güneşli ya da yarı gölgeli bölgeleri tercih eder. Donlara oldukça dayanıklı bir meyvedir. *Malus sylvestris* açık orman, çalılık ve yamaçlarda görülür. Kumlu, killi ve tınlı topraklara uyumludur. Bu tür Bayburt ilinde yoğun olarak

bulunmakta ve yöre halkı tarafından sevilerek farklı amaçlarla tüketilmektedir. Yaygın olarak Yabani elma, Ekşi elma olarak adlandırılmaktadır. Bu türün geniş bir tacı mevcuttur ve bu nedenle ağaç yerine çalı gibi gözükmektedir. 10 metreye kadar uzayabilen bu ağaç 100 yaşına kadar yaşayabilir. Dallar kırmızımsı kahverengi renge ve gövde ise gri kahverengi renkli ve döküntülüdür. Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında çiçeklenme başlar ve tohumları, çoğu Rosaceae türü gibi hidrojen siyanür ihtiva etmektedir. Bununla birlikte düşük dozda hidrojen siyanür solunum ve sindirim sistemi üzerinde faydalıdır. Ezilmiş meyve posası yara ve iltihapları iyileştirmek için kullanılır. Meyvesi kabızlık gidericidir (Güldemir, 2016).

Güldemir tarafından bu tür üzerine yapılan çalışmada farklı metotlara göre antioksidan kapasitesi değerleri; Beta karoten metoduna göre % 35,95- 65,63 arasında, CUPRAC yöntemi ile 124,7- 162,25  $\mu\text{mol TE/KM}$ , DPPH yöntemine göre 18,14-28,15  $\mu\text{mol TE/KM}$  arasında, FRAP için ise 143,5-213,7  $\mu\text{mol TE/KM}$  arasında bulunmuştur (Güldemir, 2016).

**Kızamık:** Berberidaceae (kadıntuzluğugiller) familyasının üyesi olup daima yeşil kalabilen bir çalı türüdür. Dünya üzerinde yaklaşık olarak 190 türü vardır (Meliani vd., 2011). Tıbbi aromatik bir tür olan *B. vulgaris* türünün kök, kabuk, yaprak ve meyve gibi çeşitli kısımları tıbbi amaçla kullanılmaktadır. Bitkinin doğal olarak yetiştiği alanlar, İstanbul, Kastamonu, Artvin, Samsun, Tokat illerinin yanı sıra Gümüşhane, Bayburt ve Giresun illerinde de dağılım göstermektedir (Anşin, 1994).

Gündoğdu vd, (2013) *Berberis vulgaris*'in biyokimyasal özellikleri üzerine yaptığı araştırmalar mevcuttur. Buna göre bu bitkinin antioksidan kapasitesi, 8,731  $\mu\text{mol TEg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivitesi ve biyokimyasal bileşiklerin yüksek içeriği nedeniyle Berberisler değerli meyve olarak kabul edilmektedir. Hanachi vd., (2009) tarafından yapılan bir çalışmada 100g kızamıkta 11102.81 $\mu\text{g} \pm 2.01$  Vitamin C, 116.03 $\mu\text{g} \pm 1.12$  Malik asit ve 20.51 $\mu\text{g} \pm 0.59$  Tanen tespit edilmiştir. Karabulut (2018) tarafından yapılan çalışmada bu türün sahip olduğu antioksidan aktivite oranı % 87,29 $\pm 3,07$  (Beta Karoten ağartma metodu) olarak bildirilmiştir.

**Gilaburu (*Viburnum opulus* L.):** Caprifoliaceae familyasının bir üyesi olan *Viburnum opulus* L. (gilaburu) bitkisi Kayseri, Bursa, Sivas ve Tokat illeri ile civarında bulunmaktadır. Bu türün meyvesinin yanı sıra gövde ve kabuğu da tıbbi amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır (Baytop, 1999; Soylak vd., 2002). Gilaburu 2-4 metre boylanabilen ve yaprak dökken bir türdür. Türkistan, Avrupa, Kuzey Batı Afrika ve Kanada'da oldukça iyi bir yayılma alanı bulunmaktadır. En çok Avrasya ve Kuzey Afrika'da dağılım göstermektedir (Boyacı vd., 2016).

Cesonine ve ark. (2010) *Viburnum opulus* genotiplerinin meyvelerinde toplam fenol miktarını 753 ile 1460 mgGAE/100g olarak belirlenmiş olup diğer bir çalışmada en yüksek FRAP değer 32.94 $\mu\text{mol Trolox/g}$  ile 24.19  $\mu\text{mol Trolox/g}$  olarak elde edilmiştir (Zarifikhosroshahi ve Kafkas 2018). Gilaburu üzerine yapılan bir çalışmada, gilaburu meyvesinin önemli derecede antioksidan aktivite içerdiği ve bu nedenle tıbbi amaçlı olarak kullanılmasının ve araştırmaların daha da ilerletilmesi gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışmada DPPH radikal süpürücü etkisi % 52.5, ABTS değeri 72.8  $\mu\text{mol TE/g FW}$ , Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) değeri ise 122.6  $\mu\text{mol Fe II/g FW}$  olarak belirlenmiştir (Arslan vd., 2018). Diğer bir çalışmada bu meyve için antioksidan aktivite değeri ultrason destekli ekstraksiyonda 5:100 katı:solvent oranında 13.89 $\pm 1.21$  mg DPPH/g kuru madde olarak tespit edilmiştir (Orakçı, 2010).

**Alıç (*Crataegus* spp.),** Türkiye'de oldukça fazla alıç yetişmesine rağmen gerek endüstriyel ve gerekse evsel olarak kullanımı halen daha yaygın değildir. Bu meyvenin değerinin tam olarak



bilinmediğini göstermektedir. Bu meyve besin bileşenleri ve fenolik bileşikler açısından oldukça zengin olmasının yanı sıra medikal olarak da çok kıymetlidir. Alıç, kalp-damar sistemi için oldukça önemli faydaları bulunan triterpenoid saponinler, aminler ve flavonoidler olmak üzere 3 grup ana bileşiğe ev sahipliği yapmaktadır. Antioksidan açısından da oldukça etkilidir (Batu, 2012). Türk alıcı olarak bilinen kırmızı alıç'ın bazı bakteri ve maya türleri üzerine antimikrobiyal etkilere sahip olduğu bilinmektedir.

Alıç meyvesinin antioksidan aktivitesi üzerine yapılan çalışmalardan birinde meyve eti ile tohumunun DPPH aktivitesine bakılmıştır. Meyve eti ve tohumunun antioksidan aktivite seviyeleri sırası ile % 4.86- 82.13 ve % 2.82-83.47 arasında bulunmuştur (Salmanian vd., 2014). Diğer bir çalışmada ise Çin alıcının antioksidan aktivitesi DPPH/ ABTS kullanılarak araştırılmıştır. Buna göre proantosiyanidin serbest radikal süpürme aktivitesi sırasıyla DPPH: IC<sub>50</sub> 170.04 ± 5.17 µg/mL ve ABTS: IC<sub>50</sub> 122.90 ± 1.25 µg/mL değerlerinde bulunmuştur. Aynı çalışma içinde proantosiyanidin aktivitesinin belirlenmesi için FRAP yöntemi de kullanılmış olup 5.83 ± 0.04 mmol AAE/g sonucuna ulaşılmıştır (Chai, vd. 2014). Yirmi farklı alıç türü üzerinde yapılan bir antioksidan aktivite araştırmasında incelenen türlerin antioksidan aktiviteleri 0,1 – 0,46 (IC<sub>50</sub>= µg ml<sup>-1</sup> arasında tespit edilmiştir (Mateos vd. 2013). Alıç meyvesinin tohumu üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre serbest radikal süpürme aktivitesi DPPH metodu sonuçlarına göre 43.6-138 IC<sub>50</sub> µM arasında ABTS metoduna göre ise 4.4-12.9 IC<sub>50</sub> µM değerleri arasında tespit edilmiştir (Pengec vd. 2016). Farklı yabancı meyveler üzerinde yapılan bir bilimsel çalışma kapsamında alıç meyvesinin antioksidan potansiyeli (DPPH) 45.9 IC<sub>50</sub> µg ml<sup>-1</sup> olarak bildirilmektedir (Strugała vd. 2016).

### 3. SONUÇ

Yabancı meyvelerin incelendiği çalışmaların neredeyse tamamında bu meyvelerin el değmemiş ortamlarda ve doğal olarak yetişmesinin önemi vurgulanmakta ve bunun önemli bir özellik olduğu bildirilmektedir. Genetik özellikleri ile oynanmamış ve sahip olduğu besin maddelerinin tamamının doğal bileşik olmasının önemi daima hatırlatılmaktadır. Bunlara ilaveten ilaçlama ve gübreleme gibi kimyasal uygulamanın olmayışı da öne çıkarılmaktadır. Bununla birlikte bu meyvelerin antioksidan ve fenolik bileşikler açısından çok önemli olduğu bildirilmektedir. Yabancı meyvelerin alanı oldukça geniş olup ülkemiz açısından önde gelenleri arasında ahududu, alıç, erik, çilek, böğürtlen, armut, karadut, kızılıç, Frenk üzümü, kum diken, mürver, nar, yaban mersini gibi meyveler bulunmaktadır. Bu çalışmada örnek olarak altı yabancı meyve türü (kuşburnu, ahlat, yabancı ekşi elma, kızamık, gilaburu, alıç ) ele alınmıştır. Sunulan literatür araştırmasından da anlaşılacağı gibi bu meyveler doğal antioksidan maddeler ve etkiler açısından oldukça zengin besin kaynaklarıdır.

Özellikle antioksidan etkisi yapan bileşenler açısından oldukça zengin ve faydalı olduğu bilinen yabancı meyve türlerinin insan sağlığına olan olumlu etkileri bütün bilimsel çalışmalarda bildirilmektedir. Bu meyvelerin antioksidan ve antikarsinojen faydalarının yanı sıra antimikrobiyal etkilerinin de olduğu ifade edilmektedir.

Yabancı meyvelerin ihtiva ettiği değerli antioksidan bileşikler ve oranları türe, çeşide, bulunan toprak yapısı ve coğrafik yapıya, mevsim ve iklim koşullarına göre değişiklik arz etmektedir.

Yabancı meyveler üzerinde antioksidan etkiler üzerinde yapılacak olan çalışmalarla bu konu hakkında ileri bilgilere ulaşılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu çalışmalar sonucunda

bu meyvelerin ekonomik ve endüstriyel kaynaklar haline dönüşeceği de ifade edilmektedir. Oldukça engin bir biyolojik çeşitliliği üzerinde taşıyan Türkiye'nin araştırmacılara malzeme ve çalışma alanı sunulması açısından bereketli bir ülke olduğu da hatırlanması gereken bir olgudur. Bundan dolayı Türkiye'de bulunan yabancı meyve türlerinin, yapılacak bilimsel çalışmalar yolu ile daha detaylı ve ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmekte ve özellikle bu ülkeye has türlerin koruma altına alınması ve halkın bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akinnifesi F. K., Jordaan D., Ham C. (2005). Building opportunities for smallholder farmers to commoditize indigenous fruit trees and products in southern Africa: processing, markets and rural livelihoods. Book of abstracts. In E. Tielkes, C. Hülsebusch, I. Häuser et al. (Eds.). The global food and product chain-dynamics, innovation, conflicts, strategies. University of Hohenheim, Deutscher Tropentag, Stuttgart-Hohenheim
- Altan, D.D., (2014). Kuşburnu Meyvesinin Geleneksel Yöntemle Meyve Suyuna İşlenmesi Aşamalarında Antioksidan Kapasite Değişiminin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, N.K.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 71s.
- Anonim 2019. <http://www.yabanclub.com/ahlat-meyvesi-neye-iyi-gelir.html>
- Anşın, R., Okatan, A., Özkan, Z., 1994. Doğu Karadeniz Bölgesinin önemli yan ürün veren odunsu ve otsu bitkileri. TÜBİTAK TOAG-903.
- Arslan, M., Erbil, N., Murathan, Z.T., 2018 Ardahan ve Çevresinde Yabancı Olarak Yetişen Gilaburu Meyve Ekstraktının Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antimutajenik Aktivitelerinin Araştırılması. GÜFBED/GUSTIJ (2018) 8 (1): 18-24
- Baltas, N. 2017. Investigation of a wild pear species (*Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaeagnifolia* Pallas) from Antalya, Turkey: polyphenol oxidase properties and anti-xanthine oxidase, anti-urease, and antioxidant activity, International Journal of Food Properties, 20:3, 585-595
- Batu, A. 2012. Alıç meyvesinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi ve insan sağlığı bakımından önemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi. 5: 1-5.
- Baytop, T. 1999. Therapy with medicinal plants in Turkey (2nd ed. Istanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, pp. 210.
- Boyacı, H., Çötel, E., Karataş, F. 2016. Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) Meyvesindeki A, E Vitamini, BetaKaroten, Likopen, Redükte ve Okside Glutasyon Miktarlarının Araştırılması. Erzincan University Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Journal of Science and Technology 2016, 9 Special Issue I, 111-117
- Česonienė, L., Daubaras, R., Vencloviene, J. and Viškelis, P., 2010. Biochemical and agrobiological diversity of *Viburnum opulus* genotypes, Central European Journal of Biology, 5, 6, 864–871.
- Chai, W-M., Chen, C-M., Gao, Y-S., Feng, H-L., Ding, Y-M., Shi, Y., Zhou, H-T., ve Chen, Q-X. 2014. Structural Analysis of Proanthocyanidins Isolated from Fruit Stone of

- Chinese Hawthorn with Potent Antityrosinase and Antioxidant J. Agric. Food Chem. 2014, 62, 123–129
- Fattahi, S., Jamei, R. ve Hosseini Sarghein, S. (2012). Antioxidant And Antiradical Activities Of Rosa Canina And Rosa Pimpinellifolia Fruits From West Azerbaijan, Iranian Journal of Plant Physiology, 2, 4, 523-529
- Güldemir, K. 2016. Bayburt İlinde Doğal Olarak Bulunan Yabani-ekşi Elma (*Malus Sylvestris* MILLER)'nın Farklı Yöntemlerle Kurutularak Antioksidan ve Fenolik Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bayburt Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 114s.
- Gündoğdu, M., 2013. Determination of Antioxidant Capacities and Biochemical Compounds of *Berberis vulgaris* L. Fruits. *Advances in Environmental Biology*, 7(2): 344-348.
- Güven, K., Yucel, E., Cetintas, F. 2006. Antimicrobial activities of fruits of *Crataegus* and *Pyrus* species. *Pharmaceutical Biology*. 44: 79-83.
- Hanachi, P., and Golkho, S. H., 2009. Using HPLC to Determination the Composition and Antioxidant Activity of *Berberis vulgaris*. *European Journal of Scientific Research*, 29(1), 47-54.
- Kahkönen, M.P., Hopia, A.I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S. Heinonen, M. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 3954-3962
- Karabulut, A. 2018. Bayburt ilinde doğal olarak bulunan Kızamık (*Berberis vulgaris* L.) Meyvesinin Bazı fizikokimyasal özellikleri, antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriğinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bayburt Üniv. FBE
- Kerasiotti, E., Apostolou, A., Kafantaris, I., Chronis, K., Kokka, E., Dimitriadou, C., Tzanetou, E.N., Priftis, A., Koulocheri, S.D., Haroutounian, S.A., Kouretas, D. Ve Dimitrios and Stagos, P. 2019. Polyphenolic Composition of *Rosa canina*, *Rosa sempervivens coccinea* Extracts and Assessment of Their Antioxidant Activity in Human Endothelial Cells. *Antioxidants* 2019, 8, 92; doi:10.3390/antiox8040092
- Leguchi, T., Katayama, H., Nomura, K., Takaoka, M. ve Uematsu, C. 2015. Pear (*Pyrus* L.) Genetic Resources from Northern Japan: Evaluation of Antioxidant Capacity. *Acta Hort.* 1094, ISHS 2015
- Macit, M. (2018). *Rosa canina* L. ve *Rosa pimpinellifolia* L. Köklerindeki Fenolik Bileşiklerin Miktarı ve Biyoyararlılığının Tespiti. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 92s.
- Mateos G., Estrada, E.I. ve Nieto-Angel R. 2013. Antioxidant compounds in hawthorn fruits (*Crataegus* spp.) of Mexico. *Compuestos antioxidantes en frutos de tejocote (Crataegus spp.) de México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1298-1304
- Meliani N., Dib A.E.M., Allali H., Boufeldja T., 2011. Hypoglycaemic effect of *Berberis vulgaris* L. in normal and streptozotocin-induced diabetic rats, *Asian Pacific Jor. of Tropical Biomedicine*.468-471.

- Mohapatra, A.K. ve Panda, P.C. 2009. Wild Edible Fruit Plants of Eastern India. Published by Regional Plant Resource Centre. ISBN: 81-900920-6-5
- Orakçı, E.E. (2010). Gilaburunun antioksidan aktivitesi. Erciyes Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Bitirme Tezi, Kayseri
- Öz, M., Baltacı, C., Deniz, İ. 2018. The Analysis of Sugar and Vitamin C in Rosehip (*Rosa canina* L.) and Black rosehip (*Rosa pimpinellifolia* L.) Fruits of Gumushane Region. GÜFBED/GUSTIJ (2018) 8 (2): 284-292
- Paunović, D., Kalušević, A., Petrović, T., Urošević, T., Djimović, D., Nedović, V., Popović-Djordjević, . 2019. Assessment of Chemical and Antioxidant Properties of Fresh and Dried Rosehip (*Rosa canina* L.) .... Not Bot Horti Agrobo, 2019, 47(1):108-113. DOI:47.15835/nbha47111221
- Pehlivan, M., Mohammed, F.S., Sevindik, M., Akgul, H. 2018. Antioxidant and oxidant potential of *Rosa canina*. Eurasian Journal of Forest Science 6(4): 22-25
- Pengc, Y., Loua, L.L., Liua, S-F., Zhoua, L., Huanga, X.X. ve Song, S.J. 2016. Antioxidant and anti-inflammatory neolignans from the seeds of hawthorn Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters 26 (2016) 5501 -5506
- Qiua, D., Guoa, J., Yue, H., Yane, J., Yangd, S., Lib, X., Zhanga, Y., Suna, J., Conga, J., Hea, S., Weic, D., Qin, J.-C. 2018. Antioxidant phenolic compounds isolated from wild *Pyrus ussuriensis* Maxim. fruit peels and leaves. ... Food Chemistry . Volume 241, 15 February 2018, Pages 182-187
- Rice-Evans, C. and Miller, N. J. (1994). Total Antioxidant Status in Plasma and Body Fluids, Meth. Enzymol, 234, 279-293.
- Salmanian S., Sadeghi Mahoonak, A.R., Alami1, M. ve Ghorbani, M. 2014. Phenolic Content, Antiradical, Antioxidant, and Antibacterial Properties of Hawthorn (*Crataegus elbursensis*) Seed and Pulp Extract. J. Agr. Sci. Tech. (2014) Vol. 16: 343-354
- Soylak, M., Elci, L., Saracoglu, S., Divrikli, U. 2002. Chemical analysis of fruit juice of European cranberrybush (*Viburnum opulus*) from Kayseri – Turkey. Asian J. Chem., 14, 135-138.
- Strugała, P., Gładkowski, W., Kucharska, A.Z, Sokół-Łętowska, A. ve Gabrielska, J. 2016. Antioxidant activity and anti-inflammatory effect of fruit extracts from blackcurrant, chokeberry, hawthorn, and rosehip, and their mixture with linseed oil on a model lipid membran. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 118, 461–474
- Taştekin, B. (2017). Samsun ve Çevresinde Yetişen Kuşburnu Meyvesinin Antioksidan Kapasitesi ve Antimikrobiyal Potansiyelinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Ulusoy, E. 2010. Anzer balı ve polenin yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile fenolik bileşiminin belirlenmesi ve antioksidan özellikleri. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Trabzon

- Yücel Şengün, İ., Yücel, Ersin. 2015. Antimicrobial properties of wild fruits Biological Diversity and Conservation. 8/1 (2015) 69-77
- Zarifikhosroshahi, M. ve Kafkas, E. 2018. Determination Of Bioactive, Biochemical And Nutrient Contents Of Cranberry Bush (*Viburnum Opulus L.*) Fruits. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl 2018 Cilt: 35-5

YAĞI AZALTILMIŞ TAVUK KÖFTELERİNDE KUŞBURNU (*ROSA CANINA L.*)  
KULLANIMININ BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Habibe MEMİŞ, Ayşenur Tarhan,

Dr. Öğr. Üyesi Aybike KAMILOĞLU, Arş. Gör. Tuğba Elbir

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**ÖZET**

Tüketicilerin gıda ve sağlık kavramlarını bir arada değerlendirmesi sonucu ortaya çıkan fonksiyonel gıda kavramı, beraberinde kimyasal kaynaklı olmayıp, insan bedeninde düzeltici etkilere sahip ve sağlığı olumlu yönde etkileyen çeşitli katkıları da getirmiştir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın bir şekilde yetişen ve insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olduğu bilinen kuşburnu (*Rosa Canina L.*) meyvesinin bileşimi oldukça zengindir ve yapısında mineral, karotenoid, tokoferol, bioflavonoid, meyve asitleri, tanen, pektin gibi çeşitli fonksiyonel bileşenleri barındırmaktadır. Zengin bileşimi dikkate alınarak, bu araştırmada yağı azaltılmış tavuk köftelerinde kuşburnu meyvesinin kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla farklı konsantrasyonlarda kuşburnu meyvesi içeren köfte hamurları hazırlanmıştır. Pişirme öncesi ve pişirme sonrası olacak şekilde alınan örneklerde TBARS, L\*, a\*, b\*, pH, aw ve nem değerleri belirlenirken, pişirme sonrası ürünlerde görünüş, renk, koku - tat ve tekstür parametrelerinin değerlendirildiği duyu analizi ile pişirme verimi ve büzülme değerleri analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda kuşburnu ilavesinin örneklerin pişirme verimi ve pH düzeyi üzerine etkili olduğu ( $p < 0,05$ ), diğer parametreleri ise etkilemediği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kuşburnu, Tavuk Köftesi, Fonksiyonel Gıda

**ABSTRACT**

The concept of functional food, which comes as a result of consumers' evaluation of food and health concepts together, has also brought various contributions which have a corrective effect on the human body and affect health positively. Rosehip (*Rosa Canina L.*) fruit, which is widely known in the world as well as in Turkey and has positive effects on human health, is rich in composition and contains various functional components such as minerals, carotenoids, tocopherols, bioflavonoids, fruit acids, tannins and pectins. Considering the rich composition, the effect of the use of rosehip fruits on some quality characteristics of chicken meatballs was investigated in this study. For this purpose, chicken patties with different concentrations of rosehip fruit were prepared. Sensory analysis of the appearance, color, odor, taste and texture parameters of the post-cooking products were determined while TBARS, L\*, a\*, b\*, pH, aw, moisture, cooking efficiency and shrinkage values has been identified in the samples taken before and after cooking. As a result of the study, it was found that rosehip

was effective on the cooking efficiency and pH of the samples ( $p < 0,05$ ) and it did not affect the other parameters.

**Keywords:** Rosehip, Chicken Patties, Functional Food

## 1.GİRİŞ

Tavuk eti, fiyatının uygun olması, lezzetli ve besleyici bir et olması nedeniyle tüketici tarafından sıklıkla talep edilen bir kanatlı eti ürünüdür (Ferreira ve ark., 2017). Tavuk köftesi de kıyma haline getirilen tavuk etinin farklı baharat ve hayvansal yağ ile yoğurulup belli boyutlarda şekillendirilmesiyle elde edilen bir et ürünüdür. Son yıllarda, et ürünlerinde belirli besinsel özelliklerin sağlanması için, et yağ miktarı ve bileşiminin değiştirilmesi (Wood ve ark., 2003) ile ilgili çalışmalara ilgi artmaktadır (Bonoli ve ark., 2007). Bu çalışmalarda başlıca amaç, özellikle kanser ve koroner kalp hastalıkları olmak üzere birçok hastalıkla ilişkilendirildiklerinden dolayı doymuş yağ asidi içeriğinin azaltılmasıdır (Reddy, 1995; Soyland ve Drevon, 1993). Bunun bir sonucu olarak, et ürünlerinde yağı ikame edebilen ve aynı zamanda diğer özellikleri geliştirebilen bileşenler aranmaktadır.

Bunun yanı sıra et ürünlerindeki yüksek yağ içeriği, raf ömrü gibi bazı kalite parametrelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Sentetik antioksidanlar et ürünlerinde meydana gelebilecek oksidatif ransiditeyi azaltmak ve ürünlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla endüstride sıklıkla kullanılan katkı maddeleridir. Yapılan bazı çalışmalar bu tür sentetik kimyasalların sürekli kullanımının, laboratuvar hayvanları ve primatlar üzerinde teratojenik ve kanserojenik etkilere sebep olabileceğini göstermiştir (Hathway, 1966). Bu nedenle, tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği yüksek olan ve gıda ürünlerinin lezzet, stabilite ve raf ömrünü olumlu yönde etkileyebilecek doğal içerikler son yıllarda oldukça büyük ilgi görmektedir.

Yüksek fenolik bileşik içeriğinden dolayı, meyveler ve diğer bitkiler, sentetik antioksidanlara iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Bu nedenle pek çok bitki, baharat ve bunların ekstraktları, duyuşal özellikleri geliştirmek ve raf ömrünü uzatmak için gıda formülasyonlarında kullanılmıştır (Shahidi ve ark., 1992). Erik, üzüm çekirdeği özütü, kızılıcık, nar, ayı biber, çam kabuğu özütü, biberiye, kekik ve diğer baharatlar et ve tavuk ürünlerinin antioksidanları olarak işlev görmektedir (Karre ve ark., 2013). Kuşburnu meyvesinin de (*Rosa Canina L.*), bileşiminde bulundurduğu zengin fonksiyonel bileşenlerden (mineral, karotenoid, tokoferol, bioflavonoid, meyve asitleri, tanen, pektin vb.) dolayı (Gao ve ark., 2000) gıdaların bazı kalite özelliklerini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında, yağı azaltılmış tavuk köftelerine farklı seviyelerde eklenen kuşburnu meyvesinin, tavuk köftelerinin bazı kalite özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1 Materyal

Tavuk köftelerinin hazırlanmasında kullanılan tavuk göğüs eti, yerel bir marketten temin edilmiştir. Sığır eti yağı, soğan ve çeşitli baharatlar Bayburt piyasasından temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan kuşburnu (*Rosa Canina L.*) Bayburt yöresinden toplanmıştır.

### 2.2 Yöntem

#### 2.2.1 Köfte Üretimi ve Örneklerinin Alınması

Çalışmanın kontrol grubu köfte bileşiminde, %12 sığır eti yağı, %6 soğan, %0,3 sarımsak, %1,4 tuz, %0,65 toz haldeki tatlı biber, %0,2 toz haldeki acı biber, %0,05 kekik, %0,4 kimyon, %0,2 karabiber, %6 galeta unu, köfte hamuru içinse %70 tavuk göğüs eti kullanılmıştır.

Hazırlanan köfte gruplarında sığır eti yağı azaltılarak, toplam yağ miktarı %12 olacak şekilde, 50°C de kurutularak öğütülmüş kuşburnu tozları eklenmiştir. Kullanılan kuşburnu oranları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1** Köfte hamurlarında kullanılan sığır et yağı ve kuşburnu oranları

GRUP	Sığır et yağı (%)	Kuşburnu (%)
K1	12	0
A1	11	1
B1	10	2
C1	8	4

#### 2.2.1.1 Pişirme

Pişirme işlemi, üzerine pişirme kağıdı serilmiş olan ısıtıcı tabla kullanılarak 185°C’de, iki yüzeyi 8’er dakika olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

#### 2.2.2 Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerden, pH, nem miktarı, su aktivitesi, TBARS ve renk değerleri, pişirme öncesi ve pişirme sonrası olmak üzere ürünün 2 farklı aşamasında yapılan analizler ile gerçekleştirilmiştir.



### **2.2.2.1 pH değeri**

Ultraturax (IKA Werkt 25, Germany) ile homojenize edilmiş numunelerin pH değerleri, 25°C’de pH 4.01, 7.00 ve 10.0 tampon çözeltileri ile ayarlanmış dijital pH-metre (ATI ORION 420, MA 02129, USA) ile doğrudan ölçülmüştür (Puolanne ve ark., 2001).

### **2.2.2.2 Nem miktarı**

Nem içeriği için, 10 g örnek sabit tartıma gelmiş kurutma kaplarına tartılmıştır. 100°C’ de sabit tartıma gelene kadar kurutulan örneklerin nem içeriği % olarak belirlenmiştir (AOAC, 2005).

### **2.2.2.3 Su aktivitesi değeri (aw)**

İnce dilimler halinde kesilen örnekler, su aktivitesi kaplarına yerleştirilerek Novasina aw sprint (Novasina Model TH 500, Switzerland) cihazı ile aw ölçüm gerçekleştirilmiştir.

### **2.2.2.4 TBARS (Tiyobarbütirik asit reaktif ürünleri) değerinin belirlenmesi**

Örnek kaplarına 2 g tartılan numuneler üzerine 12 ml %7,5’ lik TCA çözeltisi ilave edilmiştir. Ultra-Turax ile 30-40 s homojenize edilmiştir. Homojenize işlemi gerçekleşen örnekler kaba filtre kâğıdı ile süzölmüştür. Süzöntüden 3 ml deney tüpü içerisine alınıp 3 ml de 0.02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Deney tüpleri 94°C de su banyosunda 40 dakika bekletilmiş. Daha sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur. Santrifüjde 4°C 5500 rpm’de 5 dk santrifüjlenmiştir. Spektrofotometrede 530 nm’ de köre karşı absorbans değerleri okunmuştur. TBARS değeri aşağıdaki formül esas alınarak hesaplanmıştır (Lemon, 1975).

$$\text{TBARS DEĞERİ } (\mu\text{molMDA/kg}) = \frac{\left(\frac{\text{Absorbans}}{\text{standart}(0.05)} \times 2\right) \times 6.8}{\text{örnek ağırlığı}(g)}$$

### **2.2.2.5 Renk analizi**

Örneklerin renk değerleri (L\*, a\* ve b\*), renk ölçüm cihazıyla (Minolta Chroma Meter CR-400, Japan) her örnekten 6 ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir.

### **2.2.2.6 Pişirme verimi**

Köfte örneklerinin ağırlıkları pişirme işlemi öncesi ve sonrasında belirlenmiştir. Pişirme verimi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Goni ve Salvadori, 2010).

$$\text{Pişirme verimi (\%)} = \frac{\text{Pişirme sonrası köfte ağırlığı (g)}}{\text{Pişirme öncesi köfte ağırlığı (g)}} \times 100$$

#### **2.2.2.7 Büzülme değeri**

Köfte örneklerinin büzülme değerleri, pişirme öncesi ve sonrasında ölçülen kalınlık ve çap değerleri kullanılarak aşağıda verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır (El-Magoli ve ark., 1996).

$$\text{Büzülme(\%)} = \frac{(\text{pişmemiş kalınlık} - \text{pişmiş kalınlık}) + (\text{pişmemiş çap} - \text{pişmiş çap})}{(\text{pişmemiş kalınlık} + \text{pişmemiş çap})}$$

#### **2.2.3 Duyusal Analiz**

Hazırlanan tavuk köftelerinin duyusal analizleri 10 panelist tarafından yapılmıştır. Değerlendirme görünüş, renk, tat ve koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özellikleri esas alınarak hedonik skala ile puanlanmıştır. Köfte örnekleri panelistlere sekiz örnek içeren iki grup halinde sunulmuştur.

#### **2.2.4 İstatistiki Analiz**

Çalışmada yapılan analizler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir ve elde edilen sonuçlar IBM SPSS Statistics 20 paket program kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiki açıdan önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

### **3.BULGULAR**

3 farklı seviyede kuşburnu kullanılmış tavuk köfteleri ve kontrol grubuna ait TBARS, renk, pH, su aktivitesi ve nem sonuçları pişirme öncesi ve pişirme sonrası olmak üzere iki aşamada Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2** Kuşburnu eklenmiş tavuk örnekleri ve kontrol grubuna ait analiz sonuçları

	Aşama	Kontrol	% 1	%2	%4	Önem derecesi
<b>TBARS</b>	pişirme öncesi	0,97±0,23	1,17±0	2,18±1,36	1,84±0	-
	pişirme sonrası	1,03±0,59	1,26±0,35	1,99±0,42	1,42±0,82	-
<b>L*</b>	pişirme öncesi	45,5±1,67	45,59±0,98	45,02±0,62	43,29±1,75	-
	pişirme sonrası	43,28±10,9	39,88±10,26	41,15±4,7	41,27±1,92	-
<b>b*</b>	pişirme öncesi	28,99±1,01	29,8±1,15	31±0,29	30,33±2,02	-
	pişirme sonrası	22,18±9,19	24,78±5,44	28,96±4,65	30,45±3,77	-
<b>a*</b>	pişirme öncesi	10,11±1,58	12,32±1,75	13,49±0,23	14,67±0,25	-
	pişirme sonrası	19,78±12,49	15,52±0,56	14,94±1,92	16,95±0,77	-
<b>pH</b>	pişirme öncesi	5,92±0,01 <sup>a</sup>	5,78±0,01 <sup>b</sup>	5,59±0,01 <sup>c</sup>	5,26±0 <sup>d</sup>	**
	pişirme sonrası	6,16±0,01 <sup>a</sup>	5,99±0 <sup>b</sup>	5,79±0,03 <sup>c</sup>	5,50±0,08 <sup>d</sup>	**
<b>aw</b>	pişirme öncesi	0,947±0,001	0,942±0,001	0,944±0,003	0,94±0,001	-
	pişirme sonrası	0,935±0	0,929±0,002	0,931±0	0,929±0,003	-
<b>nem</b>	pişirme öncesi	60,35±2,35	71,77±7,72	69,84±8,92	73,62±10,41	-
	pişirme sonrası	56,8±1,12	56,58±0,55	38,42±25,83	56,09±1,27	-

\*\* p<0,01

a-d Aynı satırda farklı harfle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kurutulmuş kuşburnu tozunun TBARS, renk, su aktivitesi ve nem değerleri üzerinde etkisinin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu görülmüştür. Pişirme işleminin aynı parametreler üzerindeki etkisi de tüm örnekler için önemsiz bulunmuştur (p>0,05). Devetkal ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, köri ve çemenotu bitkilerinin yaprakları ile hazırlanan tavuk köftelerine eklenmiş ve köftelerin oksidatif özellikleri belirlenmiştir. Pişirilmemiş örneklerin TBARS değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Yapılan başka bir çalışmada ise, farklı oranlarda nar kabuğu ekstraktı eklenmiş pişmiş tavuk köftelerinin su aktivitesi değerlerinin değişmediği rapor edilmiştir (Naveena, 2008a).

Gıdaların kalitesi üzerinde etkili bir faktör olan pH değeri, et kalitesi üzerinde de belirleyici bir parametre olup, su tutma kapasitesi gibi fiziksel özellikler ile mikrobiyolojik açıdan önem arz eder. Farklı formülasyonlara sahip köftelerde, pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen pH değerlerine bakıldığında, her iki aşamada da değerlerin düştüğü gözlemlenmiştir. Pişirme öncesinde, en yüksek pH değeri (5,92±0,01) kontrol örneğine aitken, %4 kuşburnu içeriğine sahip numunenin en düşük pH değerine (5,26±0) sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca pişirme öncesi için örneklerin pH değerleri arasındaki farkın istatistiki açıdan anlamlı olduğu bulunmuştur (p<0,01). Benzer şekilde, nar suyu ve nar kabuğu ekstraktının tavuk köftelerine

katıldığı bir çalışmada, pişirme öncesinde yapılan pH ölçümlerinde, en yüksek değerin (6,03±0,03) kontrol grubuna ait olduğu ve diğer örneklerle aralarında anlamlı bir farklılık olduğu rapor edilmiştir (Naveena ve ark., 2008b).

Pişirme sonrası pH değerleri de pişirme öncesi ile aynı eğilime sahip olmakla birlikte, kontrol grubunda 6,16±0,01 pH değerinin, %4 oranında kuşburnu eklenmiş örnekte 5,50±0,08'e düştüğü görülmüştür. Bunun yanı sıra örnekler arasında farkın pH değeri için istatistiki açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir (p<0,01).

Farklı oranlarda kuşburnu eklenmiş tavuk köfteleri ve kontrol grubuna ait, büzülme değeri, pişirme verimi ve duyu analizi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3** Kuşburnu eklenmiş tavuk örnekleri ve kontrol grubuna ait analiz sonuçları

	Büzülme	Pişirme verimi(%)	Görünüş	Renk	Tat-Koku	Tekstür	Genel kabul edilebilirlik
<b>Kontrol</b>	14,74±0	82,91±1,26c	6,5±0,7	6,5±0,7	6,5±0,7	5,5±0,7	6,5±0,7
<b>1%</b>	11,58±4,47	83,69±1,15bc	6,5±0,7	7±1,41	5,5±0,7	5,5±0,7	6,0±0
<b>2%</b>	10,18±4,96	86,33±1,04ab	6,5±0,7	6,5±2,12	7,0±0	6,5±0,7	6,5±0,7
<b>4%</b>	10,53±0	86,64±0,03a	7,5±0,7	8±0	7±1,41	7±1,4	7,5±0,7
<b>Önem derecesi</b>	-	*	-	-	-	-	-

\*p<0,05

a-c Aynı sütunda farklı harfle gösterilen değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Sonuçlara bakıldığında, kuşburnu ilavesinin görünüş, renk, tat-koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik gibi duyu parametreleri üzerinde hiçbir olumsuz etkisinin olmadığı görülmüştür. Tüm duyu parametreleri değerlendirildiğinde, örnekler ve kontrol arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Benzer sonuçlara, yeşil çay ekstraktı, kuru incir ve kırmızı biber ilave edilmiş tavuk köftelerinin kalite özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada rastlanmıştır. Bahsedilen çalışmada, kontrol grubu ile ilaveli köfte örnekleri arasında bazı duyu özellikleri açısından anlamlı farklılık bulunamamıştır (Jamwal ve ark., 2015).

Sonuçlara göre, pişmiş tavuk köftelerinin pişirme verimleri, % 82,91±1,26 ile 86,64±0,03 arasında değişmiş ve ilave edilen kuşburnu oranı arttıkça pişirme verimi de artmıştır. Örneklerin pişirme verimleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur (p<0,05). Tavuk köftelerinde buğday ve yulaf kepeği kullanımının (Talukder ve Sharma, 2010), bitkisel lif (bezelye lifi, havuç lifi ) kullanımının (Kılınççeker, 2017) ve tavuk ürünlerinde domates lifi kullanımının (Cava ve ark, 2012) pişirme verimini arttırdığı yapılan çalışmalar ile belirtilmiştir. Benzer bir çalışmada da Kim ve ark. (2007), yağı azaltılmış tavuk köftelerine eklenmiş glukomannanın etkisi araştırılmış ve glukomannan ilavesinin pişirme kaybını azalttığı bildirilmiştir.

#### 4.SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışmada, kuşburnu meyvesinin yağı azaltılmış tavuk köftelerinde pH' yı azaltıp, pişirme verimini artırdığı ve tekstür açısından herhangi bir olumsuzluğa sebep olmadığı görülmüştür. Bu nedenle kurutulmuş kuşburnu meyvesinin tavuk köftelerinde kullanımıyla yağ içeriği azaltılmış ve kalite özelliklerinin olumsuz yönde etkilenmediği tespit edilmiştir. Bu meyvenin benzer ürünlerde doğal bir madde olarak yağ ikame edici olarak kullanılabilme imkanına sahip olduğu söylenilebilir.

#### KAYNAKLAR

- AOAC (2005) Determination of Moisture, Ash, Protein and Fat. Official Method of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 18th Edition, AOAC, Washington DC.
- Bonoli, M., Caboni, M. F., Rodriguez-Estrada, M. T., & Lercker, G. (2007). Effect of feeding fat sources on the quality and composition of lipids of precooked ready-to-eat fried chicken patties. *Food Chemistry*, 101(4), 1327-1337.
- Canada. Fisheries and Marine Service, & Lemon, D. W. (1975). *An improved TBA test for rancidity*. Halifax: Fisheries and Marine Service.
- Cava, R., Ladero, L., Cantero, V., & Rosario Ramírez, M. (2012). Assessment of different dietary fibers (tomato fiber, beet root fiber, and inulin) for the manufacture of chopped cooked chicken products. *Journal of food science*, 77(4), C346-C352.
- Devatkal, S. K., Thorat, P. R., Manjunatha, M., & Anurag, R. K. (2012). Comparative antioxidant effect of aqueous extracts of curry leaves, fenugreek leaves and butylated hydroxytoluene in raw chicken patties. *Journal of food science and technology*, 49(6), 781-785.
- El-Magoli, S. B., Laroia, S., & Hansen, P. M. T. (1996). Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. *Meat Science*, 42(2), 179-193.
- Ferreira, V. C., Morcuende, D., Hernández- López, S. H., Madruga, M. S., Silva, F. A., & Estévez, M. (2017). Antioxidant Extracts from Acorns (*Quercus ilex* L.) Effectively

- Protect Ready- to- Eat (RTE) Chicken Patties Irrespective of Packaging Atmosphere. *Journal of food science*, 82(3), 622-631.
- Gao, X., Björk, L., Trajkovski, V., & Ugglä, M. (2000). Evaluation of antioxidant activities of rosehip ethanol extracts in different test systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(14), 2021-2027.
- Goñi, S. M., & Salvadori, V. O. (2010). Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. *Journal of Food Engineering*, 100(1), 1-11.
- Hathway, D. E. (1966). Metabolic fate in animals of hindered phenolic antioxidants in relation to their safety evaluation and antioxidant function. In *Advances in food research* (Vol. 15, pp. 1-56). Academic Press.
- Jamwal, A., Kumar, S., Bhat, Z. F., Kumar, A., & Kaur, S. (2015). The quality and storage stability of chicken patties prepared with different additives. *Nutrition & Food Science*, 45(5), 728-739.
- Karre, L., Lopez, K., & Getty, K. J. (2013). Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat science*, 94(2), 220-227.
- Kılınççeker, O. (2017). Diyet özellikteki bazı bitkisel liflerin tavuk köftelerde kullanım olanakları. *Adıyaman Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 5(1).
- Kim, S. J., Choi, W. S., You, S. G., & Min, Y. S. (2007). Effect of glucomannan on quality and shelf-life of low-fat chicken patty. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 39(1), 55-60.
- Naveena, B. M., Sen, A. R., Kingsly, R. P., Singh, D. B., & Kondaiah, N. (2008a). Antioxidant activity of pomegranate rind powder extract in cooked chicken patties. *International journal of food science & technology*, 43(10), 1807-1812.
- Naveena, B. M., Sen, A. R., Vaithyanathan, S., Babji, Y., & Kondaiah, N. (2008b). Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80(4), 1304-1308.
- Puolanne, E. J., Ruusunen, M. H., & Vainionpää, J. I. (2001). Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*, 58(1), 1-7.
- Reddy, B. S., & Shamsudden, A. K. M. (1995). Nutritional factors and colon cancer. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 35(3), 175-190.
- Shahidi, F., Janitha, P. K., & Wanasundara, P. D. (1992). Phenolic antioxidants. *Critical reviews in food science & nutrition*, 32(1), 67-103.

- Soyland, E., & Drevon, C. A. (1993). effect of very long-chain n-3 fatty acids on immune-related skin diseases. *European journal of clinical nutrition*.
- Talukder, S., & Sharma, D. P. (2010). Development of dietary fiber rich chicken meat patties using wheat and oat bran. *Journal of food science and technology*, 47(2), 224-229.
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., ... & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat science*, 66(1), 21-32.

## INVESTIGATION OF RADIATION SHIELDING FEATURES OF W-BASED HEAVY ALLOYS

Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Technical Scientific Vocational School, Department of Electricity and Energy,  
Bayburt University, 69000, Bayburt-TURKEY/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

### ABSTRACT

The tungsten based heavy alloys (WBHAs) used as a promising alloy for technological applications because of their superior properties such as high strength, ductility, corrosion resistance, high density, etc. In general, WBHAs contain 88-98 wt.%, tungsten (W) and 2-12 wt.% of binders such as Ni-Fe, Ni-Cu, Co-Ni, etc., which promote densification during liquid phase sintering. In this study, we intended to investigate the radiation shielding features of WBHAs to understand if it can be used as a shielding material in radiation applications because of its superior properties. For this purpose, the radiation shielding parameters of three WBHAs ( $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$ ) has been calculated at the 15keV-15MeV wide energy range. These calculated parameters are linear attenuation coefficient, mass attenuation coefficient, mean free path, half-value layer, quarter-value layer, tenth-value layer, total atomic and electronic cross-sections. In addition, to be able to make a satisfying assessment about radiation shielding features of WBHAs, the all calculations have been also made for steel-scrap (SS) and steel-magnetite (SM) concretes (Fe-based steel concretes) most commonly used as shielding material in many nuclear applications. The obtained results have been plotted as function of incident photon energy and evaluated in terms of both alloy composition and incident photon energy. The all results obtained have been showed that the photon shielding parameters for WBHAs depend on both their own metal composition and the interaction energy. Furthermore, the results obtained for WBHAs were compared with corresponding results obtained of shielding concretes. Consequently, it has been determined that the present WBHAs can be used in radiation shielding applications.

**Keywords:** *Mass attenuation coefficient, radiation shielding, heavy alloy, mean free path.*



## W-TABANLI AĞIR ALAŞIMLARIN RADYASYON ZIRHLAMA ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bayburt  
Üniversitesi, 69000, Bayburt-TÜRKİYE/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

### ÖZET

Tungsten tabanlı ağır alaşımlar (WBHA'lar), sahip oldukları yüksek mukavemet, süneklik, korozyon direnci, yüksek yoğunluk gibi üstün özellikleri sebebiyle teknolojik uygulamalar için umut verici bir alaşım olarak kullanılırlar. Genellikle, WBHA'lar kütlece %88-98 tungsten (W) ve kütlece %2-12 oranında sıvı faz sinterlemesi sırasında yoğunlaşmayı sağlayan Ni-Fe, Ni-Cu, Co-Ni gibi bağlayıcıları içerirler. Bu çalışmada, sahip oldukları üstün özellikleri sebebiyle radyasyon uygulamalarında zırh malzemesi olarak kullanılıp kullanılmayacağını anlamak için WBHA'ların radyasyon zırhlama özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, üç WBHA'nın ( $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$ ) radyasyon zırhlama parametreleri 15keV-15MeV geniş enerji aralığında hesaplanmıştır. Hesaplanan bu parametreler lineer azaltma katsayısı, kütle azaltma katsayısı, ortalama serbest yol, yarı-değer kalınlığı, çeyrek-değer kalınlığı, ondabir-değer kalınlığı, toplam atomik ve elektronik tesir kesitleridir. Buna ilaveten, WBHA'ların radyasyondan koruyucu özellikleri hakkında tatmin edici bir değerlendirme yapabilmek için, tüm hesaplamalar birçok nükleer uygulamalarda zırhlayıcı malzeme olarak yaygın bir şekilde kullanılan Fe-tabanlı hurda çelik (SS) ve manyetit çelik (SM) betonları için de yapılmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar, WBHA'ların foton zırhlama parametrelerinin hem sahip oldukları metal kompozisyonlarına hem de etkileşim enerjisine bağlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, WBHA'lar için elde edilen sonuçlar, zırh betonları için elde edilen ilişkili sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, incelenen tungsten tabanlı ağır alaşımların (WBHA'lar) radyasyon zırhlama uygulamalarında kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Kütle azaltma katsayısı, radyasyon zırhlama, ağır alaşım, ortalama serbest yol.*

## 1. GİRİŞ

X- ve gama ışınları gibi yüksek enerjili elektromanyetik radyasyon, radyoloji [1], elemental analiz [2], gıda ışınlanması [3], endüstriyel uygulamalar [4] ve tıp [5] gibi birçok farklı teknolojik alanlarda kullanılmaktadır. Bu sebeple bu alanlarda radyasyon kullanımını esnasında meydana gelecek herhangi bir radyasyon sızıntısı canlı organizmalar üzerinde ciddi etkiler yaratabilir. Bu sebeple teknolojik uygulamalarda ve insanların günlük aktivitelerindeki radyasyon kullanım alanlarında gün geçtikçe radyasyondan korunma ihtiyacı artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak için araştırmacılar son zamanlarda düşük maliyetle yüksek derecede radyasyon güvenliği sağlayabilen yeni koruyucu malzemeler elde etmeye çalışmaktadır. Kurşun gibi (Pb) hali hazırda radyasyon tutucu malzemeler mevcuttur. Ancak bu malzemeler düşük erime noktaları ve toksin etkileri sebebiyle radyasyon güvenliğinde ihtiyacı tam karşılayamaz durumdadırlar. Bu nedenle, yüksek yoğunluklu, iyi mekanik mukavemete sahip, kimyasal aşınma oranı düşük olan, yüksek ölçüde şeffaflık gösteren, yüksek erime sıcaklığına sahip düşük maliyetli zırh malzemelerinin tasarımı ve üretimi son derece önemlidir. Literatürde yukarıda bahsedilen tribolojik özelliklere sahip koruma malzemelerinin üretilmesi ve geliştirilmesi için çok sayıda çalışma yapılmıştır [6-10].

Yıllardır, tungsten tabanlı ağır alaşımlar (WBHA'lar), sahip oldukları yüksek mukavemet, süneklik, korozyon direnci, yüksek yoğunluk gibi üstün özellikleri sebebiyle teknolojik uygulamalar için umut verici bir alaşım olarak kullanılmaktadırlar. Genellikle, WBHA'lar kütlece %88-98 tungsten (W) ve kütlece %2-12 oranında sıvı faz sinterlemesi sırasında yoğunlaşmayı sağlayan Ni-Fe, Ni-Cu, Co-Ni gibi bağlayıcıları içerirler. Bu bağlayıcılar, tungsten tabanlı ağır alaşımların (WBHA'ların) sahip olduğu korozyon direnci, mukavemet, süneklik, yoğunluk, erime sıcaklığı gibi temel özelliklerin yanında daha birçok spesifik özelliklerin değişmesine sebep olur [11]. Ayrıca herhangi bir alaşımın sahip olduğu kimyasal kompozisyon ve alaşım elementlerinin ağırlıkça yüzde konsantrasyon oranları o alaşımın tüm kimyasal ve fiziksel özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Çünkü alaşım yapısını oluşturan elementler alaşımlama sırasında yüzde konsantrasyonlarına göre farklı bağ kuvvetleri ile bağlanarak farklı atomik dizilişlere sahip olacaktır. Bu dizilişlerin farklı olması alaşımın farklı bağ uzunlukları, farklı valens elektron yapıları, farklı oksidasyon seviyeleri gibi birçok spesifik özelliklerinin farklı olmasına sebep olacaktır. Bütün bu durumlar malzemenin radyasyon tutuculuk özelliğini etkileyebileceği için o malzemenin herhangi bir radyasyon uygulaması için zırh malzemesi olarak kullanılıp kullanılmayacağını durumunu değiştirecektir.

Yukarıdaki paragraflarda anlatılan sebeplerden dolayı, bu çalışmada, sahip oldukları üstün özellikleri sebebiyle radyasyon uygulamalarında zırh malzemesi olarak kullanılıp kullanılmayacağını anlamak için WBHA'ların radyasyon zırhlama özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, üç WBHA'nın ( $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$ ) radyasyon zırhlama parametreleri 15keV-15MeV geniş enerji aralığında

hesaplanmıştır. Buna ilaveten, WBHA'ların radyasyondan koruyucu özellikleri hakkında tatmin edici bir değerlendirme yapabilmek için, tüm hesaplamalar birçok nükleer uygulamalarda zırhlayıcı malzeme olarak yaygın bir şekilde kullanılan Fe-tabanlı hurda çelik (SS) ve manyetit çelik (SM) betonları [12] için de yapılmıştır.

## 2. HESAPLAMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, birçok alanda yaygın olarak kullanılan üç WBHA alaşımı ( $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$ ) için ve radyasyon zırhlama açısından tatmin edici bir karşılaştırma yapabilmek için birçok nükleer uygulamalarda zırhlayıcı malzeme olarak yaygın bir şekilde kullanılan Fe-tabanlı hurda çelik (SS) ve manyetit çelik (SM) betonları için; lineer azaltma katsayısı ( $\mu$ ), kütle azaltma katsayısı ( $\mu_m$ ), ortalama serbest yol ( $\lambda$ ), yarı-değer kalınlığı ( $X_{1/2}$ ), çeyrek-değer kalınlığı ( $X_{1/4}$ ), ondabir-değer kalınlığı ( $X_{1/10}$ ), toplam atomik ( $\sigma_a$ ) ve elektronik tesir kesitleri ( $\sigma_e$ ) olarak adlandırılan radyasyon zırhlama parametreleri 15keV-15MeV geniş enerji aralığında hesaplanmıştır. Bu parametrelerin hesaplama işlemleri; aşağıdaki prosedürleri yapısında bulunduran ve tarafımızca geliştirilmiş PSD (foton zırhlama ve dozimetri) yazılımı ile yapılmıştır. Bu yazılım geniş enerji aralığında bütün zırhlama parametrelerini hesaplayabilen bir yazılımdır. Hesaplanan bu parametrelere ait tanım ve formülizasyonlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

### 2.1. Lineer ve kütle azaltma katsayıları ( $\mu$ ; $cm^{-1}$ ve $\mu_m$ ; $cm^2/g$ )

Bir malzeme üzerine gönderilen aynı frekanslı fotonların malzeme tarafından şiddetinin birim uzunluk başına azaltılmasını izah eden ve zırh malzemesinin birim uzunluk başına gelen uyarıcı fotonlar ile toplam etkileşim ihtimaliyeti olarak tanımlanan lineer azaltma katsayısı aşağıdaki formül ile verilir.

$$\mu = \frac{\ln(I_0/I)}{x} \quad (1)$$

Burada  $I_0$  ve  $I$  sırasıyla numuneye gelen tek enerjili fotonların şiddeti ve numuneden çıkan aynı enerjili fotonların şiddeti,  $x$  (cm) ; malzeme kalınlığıdır.  $\mu$  ( $cm^{-1}$ ) ise lineer azaltma katsayısıdır.

Kütle azaltma katsayısı ise zırh malzemesine gelen fotonların birim hacim başına malzeme içerisinde etkileşim ihtimaliyetini gösterir. Malzemelerin foton zırhlama kapasitelerini değerlendirmek için çok yararlı bir parametredir. Lineer azaltma katsayısı sadece kalınlığa bağlı iken bu parametre hem kalınlığa hem de yoğunluğa bağlı olduğu için malzemelerin zırhlama performanslarını kıyaslamada daha anlamlı bir parametredir. Kütle azaltma katsayısı aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\mu_m = \left( \frac{\mu}{\rho} \right) = \frac{\ln(I_0/I)}{\rho x} \quad (2)$$

Burada  $\rho$  malzemenin yoğunluğudur ve birimi  $\text{g/cm}^3$  tür.

## 2.2. Ortalama serbest yol ( $\lambda$ ; cm)

Ortalama serbest yol, fotonun madde içerisinde ilerlerken ardışık iki etkileşim arasında aldığı ortalama mesafe olarak tarif edilir. Bir malzemenin ortalama serbest yol değeri ne kadar düşük ise o malzeme o kadar iyi zırh malzemesi olabilir denir. Ortalama serbest yol aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$MFP = \lambda = \frac{\int_0^{\infty} x e^{-\mu x} dx}{\int_0^{\infty} e^{-\mu x} dx} = \frac{1}{\mu} \quad (3)$$

## 2.3. Yarı-değer, çeyrek-değer ve ondabir-değer kalınlıkları ( $X_{1/2}$ , $X_{1/4}$ ve $X_{1/10}$ ; cm)

Birimi cm olan yarı-değer, çeyrek-değer ve ondabir-değer kalınlıkları bir malzeme ile etkileşen tek frekanslı fotonların şiddetini sırasıyla yarıya, dörtte birine ve onda birine düşüren malzeme kalınlıklarını ifade eder. Bu değerler herhangi bir foton enerji değeri için ne kadar küçük olarak elde edilirse o malzeme ilgili enerjideki fotonları o kadar iyi soğuruyor demektir. Bu değerler aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$X_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\mu} \quad (4)$$

$$X_{1/4} = \frac{\ln(4)}{\mu} \quad (5)$$

$$X_{1/10} = \frac{\ln(10)}{\mu} \quad (6)$$

## 2.4. Toplam atomik ve elektronik tesir kesitleri ( $\sigma_a$ ve $\sigma_e$ ; $\text{cm}^2/\text{g}$ veya barns/atom)

Birimi  $\text{cm}^2/\text{g}$  veya barns/atom olan toplam atomik ve elektronik tesir kesitleri gelen uyarıcı fotonların kompozit materyalin sırasıyla atom ve elektronları ile etkileşme ihtimaliyetini gösteren radyasyon zırhlama parametreleridir. Bu parametreler, ilgilenilen uyarıcı foton enerjisine, kompozitin atomik çeşitliliğine ve birim hacimdeki atom ve elektron sayısına bağlıdır. Bu parametreler ne kadar büyük olursa o malzeme o kadar çok fotonları absorblamış ve madde içerisinde bir dizi etkileşime maruz bırakmıştır denir. Yani iyi bir foton zırhlayıcı malzemenin  $\sigma_a$  ve  $\sigma_e$  değerleri oldukça büyüktür. Bu parametreler aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$\sigma_a = \frac{\sum_i f_i A_i}{N_A} \mu_m \quad (7)$$

$$\sigma_e = \left( \frac{1}{N_A} \right) \sum_i \left( \frac{f_i A_i}{Z_i} (\mu_m)_i \right) \quad (8)$$

Burada  $N_A$ ; avagadro sayısı,  $f_i$  ; malzemedeki i. elementin mol kesri,  $A_i$  ; malzemedeki i. elementin atomik kütlesi,  $\mu_m$  ; malzemenin ilgililenilen enerjideki kütle azaltma katsayısı,  $(\mu_m)_i$  ; malzemedeki i. elementin ilgili enerjideki kütle azaltma katsayısı ve  $Z_i$  ise malzemedeki i. elementin atom numarasıdır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelen WBHA'ların ağırlıkça elemental konsantrasyonlarını ve yoğunlukları **Tablo 1**'de verilmiştir. Bu tabloya göre en yüksek yoğunluğa ve en yüksek Ni element konsantrasyonuna sahip alaşım C1 ile kodlanan  $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$  alaşımıdır. Diğer iki alaşım, yani  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$  (C2 kodlu numune) ve  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$  (C3 kodlu numune) alaşımlarının yoğunlukları ve kimyasal bileşenleri benzerdir.

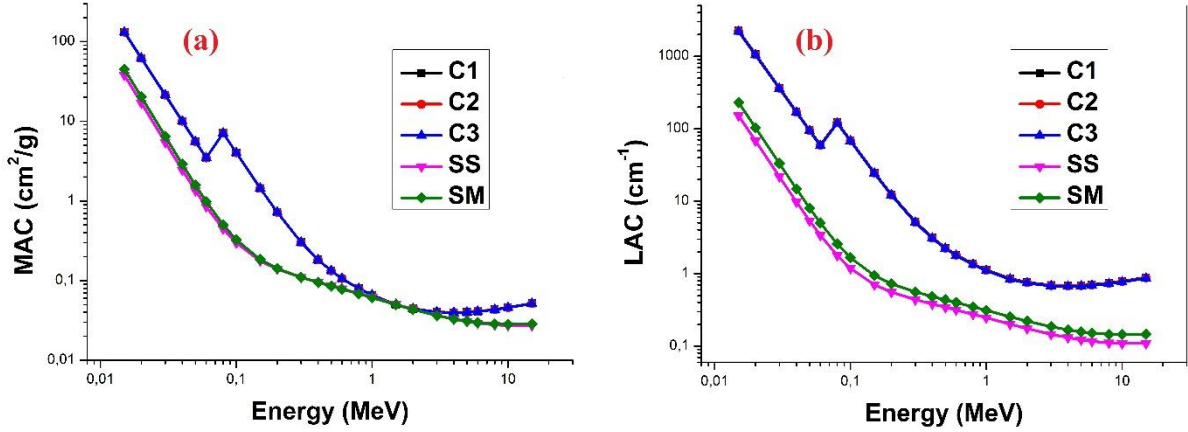
**Tablo 1.** Tungsten tabanlı ağır alaşımların (WBHA'ların) yoğunluk ve ağırlıkça kimyasal bileşenleri [11].

Numune	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	W	Ni	B	Fe	Co
C1	17.196	0.9000	0.0600	0.0000	0.0200	0.0200
C2	16.995	0.9000	0.0553	0.0047	0.0200	0.0200
C3	16.798	0.9000	0.0507	0.0093	0.0200	0.0200

**Tablo 1**'de verilen özellikler ve bu alaşımların sahip olduğu diğer üstün özellikleri [11] dikkate alındığında bu alaşımların bir çok radyasyon uygulaması için alternatif zırh malzemesi olarak kullanılabilceği düşünülmektedir. Bu noktadan hareketle bu alaşımların lineer azaltma katsayısı (lineer attenuation coefficient, LAC), kütle azaltma katsayısı (mass attenuation coefficient, MAC), ortalama serbest yol (mean free path, MFP), yarı-değer kalınlığı (half-value layer, HVL), çeyrek-değer kalınlığı (quarter-value layer, QVL), ondabir-değer kalınlığı (tenth-value layer, TVL), total atomik ve elektronik tesir kesitleri (total atomic and electronic cross-sections, ACS and ECS) değerleri 15 keV-15 MeV geniş enerji aralığında hesaplanmıştır. Ayrıca bu çalışmada bu alaşımların radyasyon zırhlama performansları için tatmin edici bir değerlendirme yapabilmek için nükleer uygulamalarında zırh malzemesi olarak kullanılan Fe tabanlı çelik-hurdası (steel-scrap, SS) ve çelik-manyetit (steel-magnetite, SM) olarak adlandırılan betonların aynı radyasyon zırhlama parametreleri aynı enerji

aralığında hesaplanarak souçlar karşılaştırmalı olarak uyarıcı enerjinin bir fonksiyonu olarak grafiksel olarak verilmiştir.

İlk olarak incelenen alaşımların ve karşılaştırma numuneleri olan SS ve SM zırhlama betonlarının geniş enerji aralığında elde edilen MAC ve LAC değerleri uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 1’de verilmiştir.

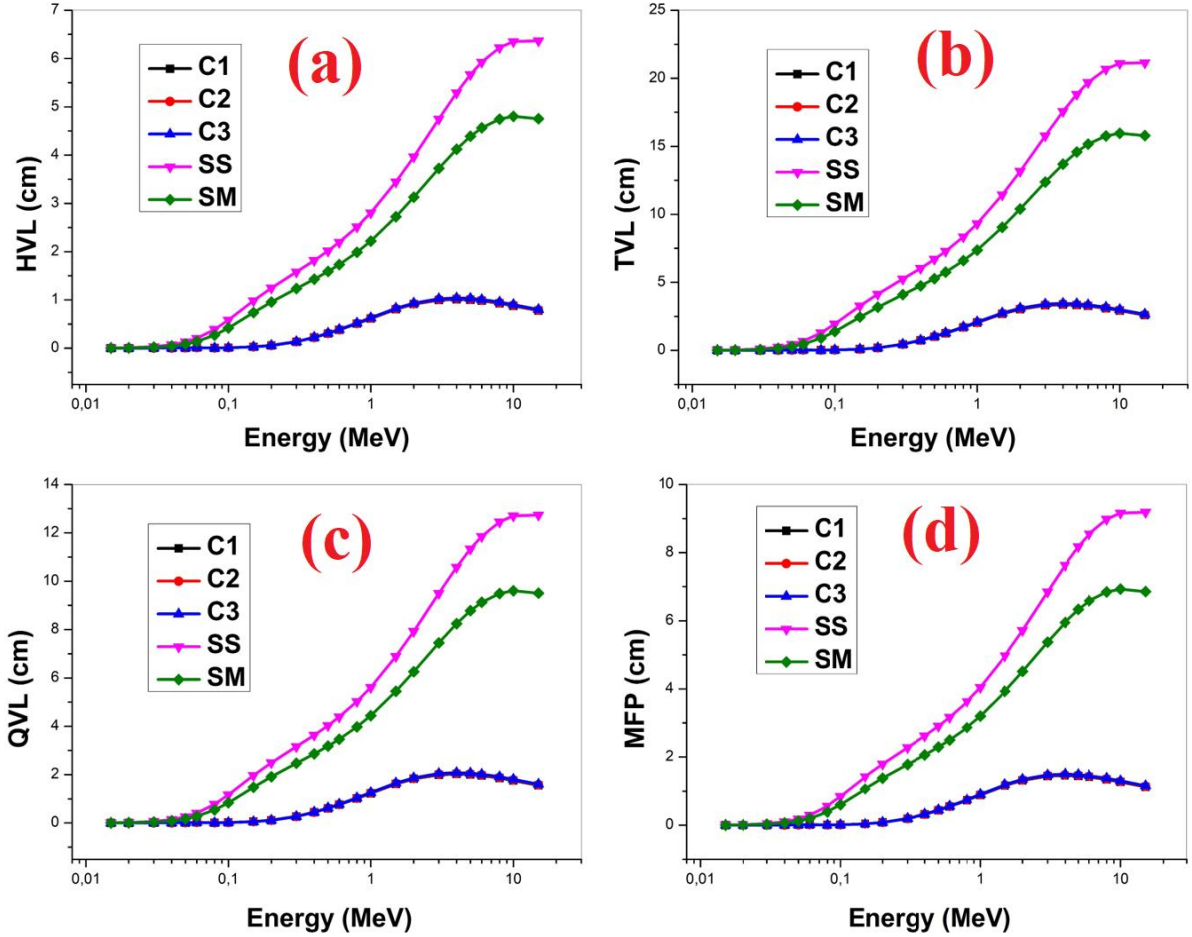


Şekil 1. WBHA’ların ve zırh betonlarının uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak (a) kütle azaltma katsayılarının ve (b) lineer azaltma katsayılarının değişim eğrileri.

Şekil 1 incelendiğinde, incelenen tüm numunelerin LAC ve MAC değerlerinin uyarıcı enerji artışın ile exporansiyel olarak azaldığı gözlenmektedir. Ayrıca yaklaşık 55-60 keV enerji bölgesinde WBHA’lar için LAC ve MAC değerlerinde exporansiyeliği bozan bir artış olduğu saptanmıştır. Bu artış WBHA’ların yapısında bulunan W’in soğurma kıyısı bölgesine gelmektedir. Ayrıca, incelenen WBHA’ların LAC ve MAC değerleri kendi içlerinde hemen hemen aynı iken nükleer uygulamalarda kullanılan SS ve SM betonlarının LAC ve MAC değerlerinden oldukça büyüktür. Bu sonuç, alaşımların kimyasal bileşimlerinin benzerliği sebebiyle kendi içlerinde eşit olması ile açıklanırken, betonlardan LAC ve MAC değerlerinin fazla olma sebebi ise bu alaşımların yapısında W elementinin bulunması ile izah edilebilir. Ayrıca, elde edilen bu grafiklerden incelenen WBHA’ların SS ve SM betonlarından daha iyi radyasyonu soğurduğu açıkça söylenebilir.

Radyasyon-madde etkileşimi sırasında radyasyon zırhlama için malzeme kalınlığı oldukça önemlidir. Çünkü radyasyondan korunma açısından uygun zırh malzeme kalınlığı seçilmesi elzemdir. Bu sebeple radyasyon zırhlamada kullanılacak olan malzemelerin belli enerji değerindeki radyasyon şiddetini, yarıya, dörtte birine ve onda birine düşürdüğü zırh kalınlık değerleri sırasıyla HVL, QVL ve TVL parametreleri olup radyasyon zırhlama uygulamalarında ve nükleer uygulamalarda hesaplanması gerekli en önemli parametreler arasındadır. Bunun yanı sıra malzeme içerisinde belli enerjilerdeki fotonların başarılı iki etkileşim süreci arasında aldıkları ortalama serbest yol değerleri (MFP) de radyasyon uygulamaları için önemli parametreler arasındadır. Bu sebeple bu çalışmada, incelenen

WBHA'ların ve karşılaştırma için SS ve SM betonlarının HVL, QVL, TVL ve MFP değerleri Şekil 2'de verilmiştir.

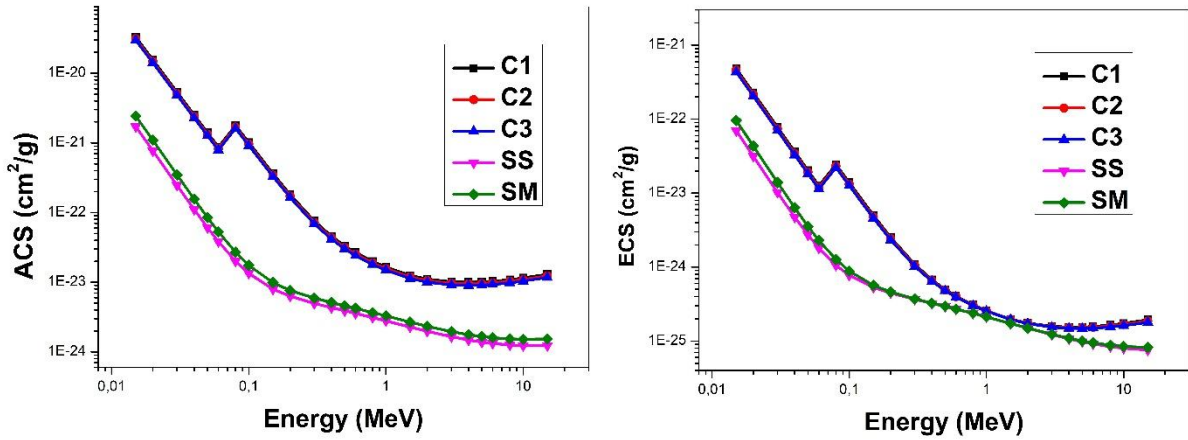


Şekil 2. WBHA'ların ve zırh betonlarının uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak (a) yarı-değer kalınlıkları (HVL), (b) ondabir-değer kalınlıkları (TVL), (c) çeyrek-değer kalınlıkları (QVL) ve (d) ortalama serbest yol (MFP) değişim eğrileri.

Şekil 2 incelendiğinde, incelenen WBHA'ların herhangi bir enerji değerindeki fotonları soğurarak şiddetlerini yarıya, dörtte birine ve onda birine düşürmesi için gerekli numune kalınlıklarının zırhlama betonlarından oldukça küçük olduğu saptanmaktadır. Bu durum bu malzemelerin nükleer uygulamalarda alternatif zırh malzemesi olarak kullanılabilmesinin açık kanıtıdır. Ayrıca bu alışmalar için elde edilen MFP değerlerinin de SS ve SM betonlarının MFP değerlerinden oldukça düşük olduğu gözlemlenmektedir. İncelenen WBHA'ların HVL, TVL, QVL ve MFP değerlerinin hemen hemen aynı olmasının sebebi ise bu alışmaların kimyasal kompozisyonlarının birbirlerine yakın olmasıdır.

Malzemelerin herhangi bir enerjiye sahip fotonlar ile etkileşim süreçlerinde birim hacimdeki malzeme atomları ve elektronları ile etkileşim ihtimaliyetini gösteren diğer radyasyon zırhlama parametreleri ise sırasıyla toplam atomik ve elektronik tesir kesitleridir. Bu

çalışmada yukarıda verilen parametrelere ek olarak incelenen malzemelerin ve karşılaştırma için seçilen SS ve SM zırhlama betonlarının ACS ve ECS değerleri hesaplandı ve elde edilen sonuçlar uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. WBHA’ların ve zırh betonlarının uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak (a) toplam atomik tesir kesitleri (ACS) ve (b) toplam elektronik tesir kesitleri (ECS) değişim eğrileri.

Şekil 3 incelendiğinde, Şekil 1’deki değişime benzer bir değişim gözlenmektedir. Ayrıca incelenen WBHA’ların ACS ve ECS değerleri kendi içlerinde hemen hemen aynı iken karşılaştırma numuneleri olan SS ve SM betonlarının ACS ve ECS değerlerinden oldukça büyük olduğu açıkça gözlenmektedir. Ayrıca, artan foton enerjisi ile fotonların birim hacimdeki atom ve elektronlar ile etkileşim ihtimalinin azaldığı ve buna bağlı olarak yüksek enerji bölgesinde malzemelerin düşük enerji bölgesine göre fotonları iyi zırhlamadığı açıkça görülmektedir. Sonuç olarak, bütün grafikler birlikte değerlendirildiğinde incelenen malzemelerin radyasyonu çok iyi ölçüde zırhladığı söylenebilir.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada üstün özelliklere sahip olan ve yoğunluk ve erime noktası oldukça yüksek [11] olana WBHA’larının radyasyon zırhlama performansları 15 keV-15 MeV geniş enerji aralığında, nükleer uygulamalarda yaygın olarak kullanılan SS ve SM çelik betonları ile birlikte karşılaştırmalı olarak ele alınarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, incelenen enerji aralığında araştırılan WBHA’ların radyasyon zırhlama parametrelerinin nükleer ve radyasyon uygulamalarında yaygın olarak kullanılan SS ve SM betonlarından oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı, incelenen bu alaşımlar sahip oldukları üstün özellikleri sebebiyle bir çok teknolojik uygulamada kullanılmasının yanısıra, hem yüksek yoğunluğa sahip olması hem erime sıcaklığının yüksek olması hem de yüksek radyasyon zırhlama kapasitesine sahip olması münasebetiyle nükleer uygulamalar için alternatif zırh malzemesi olarak kullanılabilmesi bu çalışma ile teyit edilmiştir. Bu sebeple bu çalışma ile WBHA’ların radyasyon performanslarının belirlenmesinin yanı sıra bu alaşımların



teknolojik ve endüstriyel uygulama alanları da bu çalışma ile bir nebze genişletildiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] F.A. Mettler Jr, W. Huda, T.T. Yoshizumi, M. Mahesh, Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: A catalog, *Radiology*, 248 (2008) 254-263.
- [2] A. Gürol, A. Yalçın Tavukçu, E. Şakar, Z. Aydın Tavukçu, C. Başaran, A. Baştuğ, X-ray fluorescence analysis of archaeological artefacts from Bozcaada (Tenedos), Turkey, *Post-Medieval Archaeology*, 50 (2016) 412-427.
- [3] J. Farkas, Irradiation for better foods, *Trends in Food Science and Technology*, 17 (2006) 148-152.
- [4] J. Hormes, J. Warner, Industrial use of synchrotron radiation: Love at second sight, in: *Industrial Accelerators and their Applications*, 2012, pp. 371-412.
- [5] A.B. Reed, The history of radiation use in medicine, *Journal of Vascular Surgery*, 53 (2011) 3S-5S.
- [6] I. Akkurt, Effective atomic numbers for Fe-Mn alloy using transmission experiment, *Chinese Physics Letters*, 24 (2007) 2812-2814.
- [7] I. Akkurt, H. Akyildirim, Radiation transmission of concrete including pumice for 662, 1173 and 1332 keV gamma rays, *Nuclear Engineering and Design*, 252 (2012) 163-166.
- [8] J. Kaewkhao, A. Pokaipisit, P. Limsuwan, Study on borate glass system containing with Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and BaO for gamma-rays shielding materials: Comparison with PbO, *J. Nucl. Mater.*, 399 (2010) 38-40.
- [9] O. Gurler, U.A. Tarim, Determination of Radiation Shielding Properties of Some Polymer and Plastic Materials against Gamma-Rays, *Acta Physica Polonica A*, 130 (2016) 236-238.
- [10] J.P. McCaffrey, F. Tessier, H. Shen, Radiation shielding materials and radiation scatter effects for interventional radiology (IR) physicians, *Med Phys*, 39 (2012) 4537-4546.
- [11] P. Sengupta, M. Debata, Effect of partial and full substitution of Ni with NiB on densification, structure and properties of 90W-6Ni-2Fe-2Co heavy alloys, *J. Alloys Comp.*, 774 (2019) 145-152.
- [12] I.I. Bashter, Calculation of radiation attenuation coefficients for shielding concretes, *Ann Nucl Energy*, 24 (1997) 1389-1401.

**DETERMINATION OF EFFECTIVE CONDUCTIVITIES, EFFECTIVE ATOMIC  
AND ELECTRON NUMBERS OF NEXTEL CERAMICS**

**Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>2</sup>, Prof. Dr. İbrahim HAN<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup>Technical Scientific Vocational School, Department of Electricity and Energy, Bayburt University, 69000, Bayburt-TURKEY/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

<sup>2</sup> Faculty of Science, Department of Physics, Ataturk University, TR- 25240, ErzurumTURKEY/ e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

<sup>3</sup> Faculty of Arts and Sciences, Department of Physics, Ağrı İbrahim Çeçen University, TR- 04100 Ağrı-TURKEY/e-mail: [ibrahimhan25@hotmail.com](mailto:ibrahimhan25@hotmail.com)

**ABSTRACT**

The ceramics consisting of Alumina ( $Al_2O_3$ ), Silica ( $SiO_2$ ) and Boria ( $B_2O_3$ ) are called Nextel ceramics. Two of these ceramics are Nextel 440 ( $70Al_2O_3-28SiO_2-2B_2O_3$ ) and Nextel 312 ( $62Al_2O_3-24SiO_2-14B_2O_3$ ). Nextel 440 and Nextel 312 are two similar materials of ceramics retaining much of high temperature and chemical resistance specially developed for the production of continuous filament yarns. In this study, it is aimed to determine the effective conductivities, effective atomic and electron numbers of these special ceramics. These parameters, which are intended to be determined, are very useful atomic parameters that provide the classification of materials and describe the specific properties of materials within a class. Investigation of the reason why the specific properties of Nextel 440 and Nextel 312 ceramics are different from each other are also among the objectives of this study. For this purpose, the effective conductivities, the effective atomic and electron numbers of present ceramics were calculated at the energy range 15 keV-100 GeV. Firstly, the mass attenuation coefficients of present Nextel ceramics were calculated at continuous energy range by PSD (Photon Shielding and Dosimetry) software. Later, effective conductivities ( $C_{eff}$ ), effective atomic and electron numbers ( $Z_{eff}$  and  $N_{eff}$ ) of present ceramics were calculated by using mass attenuation coefficients in the relevant energy. The obtained results have been plotted as function of incident photon energy and evaluated in terms of both the compound concentration in the present ceramics and incident photon energy. The all results obtained were shown that the investigated parameters for present ceramics depend on both their own compound concentration and the incident photon energy. Although the examined Nextel ceramics have similar properties, the parameters examined were different from each other in the same incident energy. This situation is an indication that these ceramics have different specific properties.

**Keywords:** *Mass attenuation coefficient, effective conductivity, effective atomic number, effective electron number, ceramic.*

## NEXTEL SERAMİKLERİNİN ETKİN İLETKENLİKLERİNİN, ETKİN ATOM VE ELEKTRON SAYILARININ BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>2</sup>, Prof. Dr. İbrahim HAN<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bayburt Üniversitesi, 69000, Bayburt-TÜRKİYE/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

<sup>2</sup>Fen Fakültesi Fizik Bölümü Atatürk Üniversitesi, TR-25240 Erzurum, TÜRKİYE e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

<sup>3</sup>Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, TR-04100 Ağrı-TÜRKİYE e-mail: [ibrahimhan25@hotmail.com](mailto:ibrahimhan25@hotmail.com)

### ÖZET

Alumina ( $Al_2O_3$ ), Silica ( $SiO_2$ ) ve Boria ( $B_2O_3$ ) içeren seramikler, Nextel seramikleri olarak adlandırılır. Bu seramiklerden ikisi Nextel 440 ( $70Al_2O_3-28SiO_2-2B_2O_3$ ) ve Nextel 312 ( $62Al_2O_3-24SiO_2-14B_2O_3$ ) dir. Nextel 440 ve Nextel 312, sürekli filament ipliklerin üretimi için özel olarak geliştirilmiş yüksek sıcaklık ve kimyasal direnci koruyan iki benzer seramik malzemedir. Bu çalışmada, bu özel seramiklerin etkin iletkenliğinin, etkin atom ve elektron sayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenmesi amaçlanan bu parametreler, malzemelerin sınıflandırılmasını sağlayan ve bir sınıf içerisindeki malzemelerin spesifik özelliklerini tanımlayan çok faydalı atomik parametrelerdir. Nextel 440 ve Nextel 312 seramiklerinin spesifik özelliklerinin niçin birbirlerinden farklı olmasının sebebinin araştırılması da bu çalışmanın hedefleri arasındadır. Bu amaçla, incelenen seramiklerin etkin iletkenlikleri, etkin atom ve elektron sayıları 15 keV-100 GeV enerji aralığında hesaplandı. İlk olarak, incelenen seramiklerin kütle azaltma katsayıları PSD (foton zırlama ve dosimetri) yazılımı kullanılarak sürekli enerji aralığında hesaplandı. Daha sonra, incelenen seramiklerin etkin iletkenlikleri ( $C_{eff}$ ), etkin atom ve elektron sayıları ( $Z_{eff}$  ve  $N_{eff}$ ) ilgili enerjideki kütle azaltma katsayıları kullanılarak hesaplandı. Elde edilen sonuçlar uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak çizildi ve hem incelenen seramiklerdeki bileşik konsantrasyonu hem de uyarıcı foton enerjisi açısından değerlendirildi. Tüm elde edilen sonuçlar, incelenen seramiklerin araştırılan parametrelerinin hem sahip oldukları bileşik konsantrasyonuna hem de uyarıcı foton enerjisine bağlı olduğunu gösterdi. İncelenen Nextel seramikleri benzer özelliklere sahip olmasına rağmen, incelenen parametreler aynı enerji değerinde birbirlerinden oldukça farklıdır. Bu durum, bu seramiklerin birbirlerinden farklı spesifik özelliklere sahip olduğunun göstergesidir.

**Anahtar Kelimeler:** *Kütle azaltma katsayısı, etkin iletkenlik, etkin atom numarası, etkin elektron sayısı, seramik.*

## 1. GİRİŞ

X-ışını ve  $\gamma$ -ışınlarının madde ile etkileşimleri, radyasyon fiziği, medikal fizik ve dozimetri alanlarında kullanılmaya potansiyellerine bağlı olarak, son zamanlarda birçok bilimsel, endüstriyel ve biyolojik uygulamalara dâhil edilmektedir. Dolayısıyla, radyasyonun madde ile etkileşimi  $\gamma$ -aktif izotopların nükleer tanı bilimi, radyasyondan korunma, nükleer tıp, radyasyon dozimetri,  $\gamma$ -ışını flüoresans çalışmaları, radyasyon biyofiziği gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmasıyla önemli bir konu başlığı haline gelmiştir. X- veya  $\gamma$ -ışınlarından oluşan bir şua maddenin yüzeyine düştüğünde demeti oluşturan fotonların maddenin atomları ile etkileşmesiyle, bu şua soğurulur, saçılır ve/veya geçirilir. Bu soğurulma, saçılma ve/veya geçirilme durumu doğrudan maddenin fotonlarla etkileşim ihtimaliyetini verir. Bundan dolayı bu etkileşim ihtimaliyeti doğrudan o maddeyi karakterize eden etkin iletkenlik değeri, etkin atom numarası ve etkin elektron sayısı gibi parametreler ile ilişkilidir. Çünkü tıpkı saf element atomunda olduğu gibi, belirli bir enerji değerinde birden fazla element içeren bir kompoziti sembolize eden benzersiz bir atomik ve elektron numaralarına ihtiyaç vardır. Kompoziti karakterize eden benzersiz atom ve elektron sayıları sırasıyla, etkili atom ve elektron sayıları (veya etkili elektron yoğunluğu) olarak adlandırılır. Bir malzeme sınıfı içerisindeki malzemeleri karakterize eden bu parametreler, farklı foton enerji değerlerinde saf element atomlarında olduğu gibi tek bir sayı ile ifade edilemez [1]. Bu sayılar toplam atomik ve elektronik tesir kesiti değerleriyle doğrudan ilişkili olduğundan, birincil foton enerjisine ve kompozitin atomik çeşitliliğine bağlıdır. Ek olarak, etkili atom numarası, kompozitin tutarsız saçılma (Compton saçılma) etkileşimi işleminden etkilenir [2].

Fiziksel bir anlama sahip olan etkin atom numarası, birden fazla elementten oluşan maddenin karakteristikleri hakkında temel bilgiler sağlar. Etkin atom numarası ve elektron yoğunluğu gibi temel sabitler kullanılarak, iyi belirlenmiş formüller sayesinde verilen bir ortamdaki enerji soğurulması hesaplanabilir. Etkin atom numarası ayrıca radyasyonun madde ile etkileşimini gösteren bir nicelik olması nedeniyle radyasyon zırhlama tasarımı, soğurulan doz ve foton build-up (kuvvetlendirme) faktörlerinin hesaplanmasında da kullanılabilir [3-5]. Ayrıca, etkin atom numarası fiziksel, teknolojik ve mühendislik gibi bazı uygulamalar için çok faydalı bir parametre olmakla birlikte alaşımlar, betonlar ve camlar gibi kompleks malzemelerin etkin atom numaraları uzay fiziği, plazma fiziği ve endüstri gibi teknolojik uygulamalarda somutlaştırılması gerekmektedir [3]. Bazı hallerde, bir maddenin kimyasal kompozisyonu hakkında ilk bilgileri elde etmek için etkin atom numarası kullanılabilir. Örneğin, büyük etkin atom numarasına sahip maddeler genellikle inorganik bileşiklere ve metallere karşılık gelirken küçük etkin atom numarasına sahip maddeler organik içerikli maddelerin bir göstergesidir.

Fotonlar (X-ışınları ve/veya gama ışınları) madde ile etkileşime girdiğinde fotoelektrik etki, Compton saçılma etkisi ve çift oluşumu gibi baskın olaylardan dolayı malzeme içerisindeki serbest elektron sayısı değişir. Bu sebeple, bu değişiklik malzemenin birim hacimde sahip

olduğu etkin elektron sayısını doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple malzemenin ilgili enerji bölgesindeki etkin iletkenlik değeri değişeceğinden o enerjide o malzemenin iletkenlik özellikleri de doğrudan değişecektir [6]. Bu sebeple herhangi bir malzemenin karakteristiğini belirlemek için herhangi bir foton madde etkileşim sürecindeki etkin elektron sayısı ve etkin iletkenlik değerlerinin hesaplanması gerekli ve önemlidir. Bu sebeple malzemelerin etkin atom numarası, etkin elektron sayısı ve etkin iletkenlik değerlerini belirleme üzerine literatürde çok sayıda çalışma mevcuttur [1-11].

Bu çalışmada, Alumina ( $Al_2O_3$ ), Silica ( $SiO_2$ ) ve Boria ( $B_2O_3$ ) içeren ve Nextel seramikleri olarak adlandırılan Nextel 440 ( $70Al_2O_3-28SiO_2-2B_2O_3$ ) ve Nextel 312 ( $62Al_2O_3-24SiO_2-14B_2O_3$ ) seramiklerin etkin iletkenliklerini, etkin atom numaralarını ve etkin elektron sayılarını belirleme üzerine odaklanmıştır. Sunulan Nextel 440 ve Nextel 312 seramikleri, sürekli filament ipliklerin üretimi için özel olarak geliştirilmiş yüksek sıcaklık ve kimyasal direnci koruyan iki benzer seramik malzemedir. Bu sebeple teknolojinin önemli alanlarında kullanılan bu seramiklerin yukarıda belirtilen parametrelerini belirlemek bu malzemelerin teknolojik uygulama alanlarını genişletmek ve daha iyi karakterize etmek için önemli ve gereklidir. Bu sebeple, bu çalışmada bu malzemelerin bu amaç doğrultusundaki teknolojik açığını ortadan kaldırmak amacı ile yapılmıştır.

## 2. HESAPLAMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, birçok teknolojik alanda yaygın olarak kullanılan ve sahip oldukları spesifik özellikler Tablo 1’de verilen Nextel 440 ve Nextel 312 seramiklerinin etkin iletkenlikleri, etkin atom numaraları ve etkin elektron sayıları aşağıda verilen formülizasyonlar kullanılarak 15 keV-100 GeV geniş enerji aralığında yapılmıştır.

### 2.1. Etkin atom ve elektron sayıları ( $Z_{eff}$ ve $N_{eff}$ )

Saf bir element atomunda olduğu gibi kompleks bir malzemenin etkin atom numarası ve etkin elektron sayısı ( $Z_{eff}$  ve  $N_{eff}$ ) tek ve tam sayı ile ifade edilemez. Çünkü bu sayılar malzeme ile etkileşime giren uyarıcı foton enerjisine, malzemenin sahip olduğu atomik çeşitliliğe ve malzemeyi oluşturan atomların mol veya ağırlık kesrine doğrudan bağlıdır. Ayrıca, bu sayılar malzemenin ilgilenilen uyarıcı foton enerjisinde radyasyon etkileşim parametreleri arasında olan toplam atomik ve elektronik tesir kesitleri ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, etkin atom numarası kompozitin inkoherent saçılma (Compton saçılması) etkileşim işleminden etkilenir [2]. Bu parametreler aşağıdaki formüller ile hesaplanabilir.

$$Z_{eff} = \frac{\sigma_a}{\sigma_e} \quad (1)$$

$$N_{eff} = \frac{N_A}{\sum_i f_i A_i} Z_{eff} \sum n_i = \frac{\mu_m}{\sigma_e} \quad (\text{elektron / g}) \quad (2)$$

Burada  $\sigma_a$  ve  $\sigma_e$  sırasıyla toplam atomik ve elektronik tesir kesitleri,  $\mu_m$  ; malzemenin ilgilenilen enerjideki kütle azaltma katsayısı,  $N_A$ ; avagadro sayısı,  $f_i$  ; malzemedeki i. elementin mol kesri,  $A_i$  ; malzemedeki i. elementin atomik kütlesi,  $\sum n_i$  ise malzemedeki elementlerin toplam sayısıdır.

## 2.2. Etkin iletkenlik ( $C_{eff}$ ; S/m)

Etkin iletkenlik değeri malzemeni belirli bir foton enerji değerinde sahip olduğu etkin elektron sayısı ile doğrudan ilişkili olup malzemenin foton ile etkileşim süreçlerinden (fotoelektrik etki, Compton saçılması ve çift oluşumu gibi) dolayı farklı foton enerjilerinde değişiklik gösterebilir. Etkin elektron yoğunluğu aşağıda verilen formül ile hesaplanabilir.

$$C_{eff} = \left( \frac{N_{eff} \rho e^2 \tau}{m_e} \right) 10^3 \quad (3)$$

Burada  $N_{eff}$  (elektron/g); malzemenin ilgili foton enerjisindeki etkin elektron sayısı,  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>); malzemenin yoğunluğu,  $e$  (Coulomb); elektronun yükü,  $m_e$  (kg); elektronun durgun kütlesi ve  $\tau$  (s) ise elektronların Fermi seviyesindeki yaşam ömrüdür [12].

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada incelenen Nextel 312 ve Nextel 440 seramiklerinin sahip oldukları bazı önemli spesifik özellikler [Tablo 1](#)'de verilmiştir.

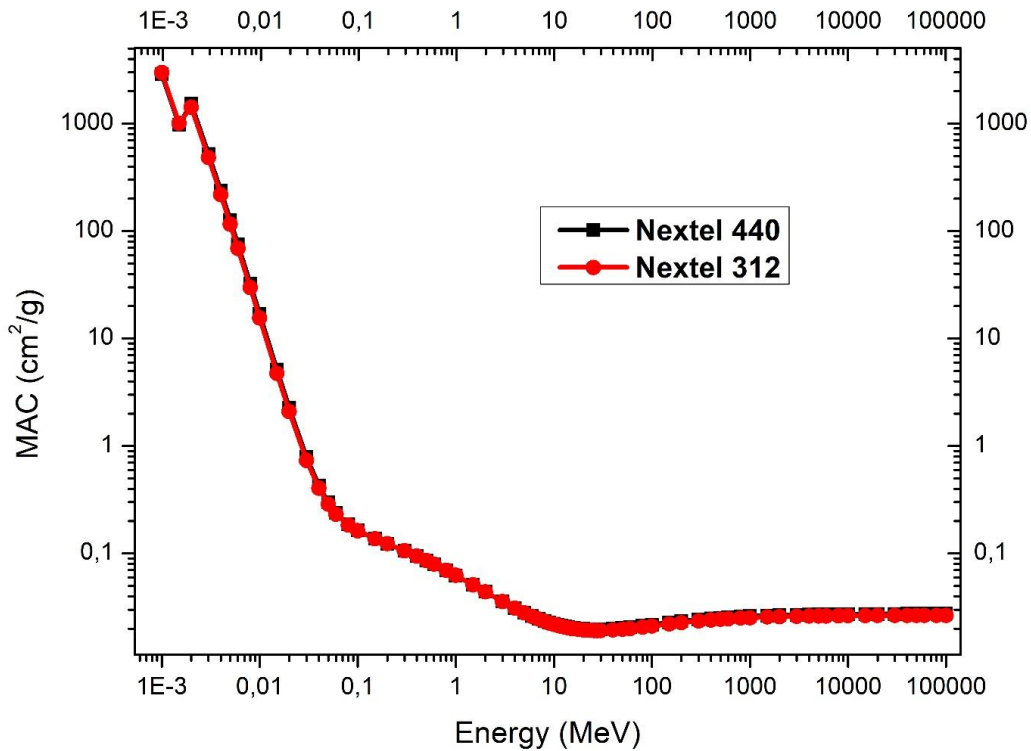
**Tablo 1.** Nextel 312 ve 440 seramiklerinin bazı önemli spesifik özellikleri.

Özellik	Nextel 312	Nextel 440
Formül	62Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -24SiO <sub>2</sub> -14B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	70Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -28SiO <sub>2</sub> -2B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	2.7	3.05
Kırılma indisi	1.57	1.62
20-1000°C de termal genişleme katsayısı (x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> )	3	5
9.4GHz deki Dielektrik sabiti	5.2	5.4
Gerilme modülü (GPa)	140	185
Buharlaşma noktası (°C)	1800	1800

[Tablo 1](#)'de verilen özellikler incelendiğinde bu seramiklerin bir çok teknolojik uygulama için elverişli olduğu açıkça görülmektedir. Bu sebeple bu seramikler için radyasyon fiziği, nükleer fizik, endüstriyel uygulamalar için çok önemli parametreler olan kütle azaltma katsayıları

(mass attenuation coefficient; MAC), etkin atom numaraları ( $Z_{eff}$ ), etkin elektron sayıları ( $N_{eff}$ ) ve etkin iletkenlikleri ( $C_{eff}$ ) 15keV-100GeV geniş enerji aralığında hesaplanmış ve uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak grafiksel olarak sunulmuştur.

Bu seramiklerin etkin atom numaralarını hesaplamak için gerekli olan ve malzemelerin foton etkileşim ihtimaliyetini malzeme karakteristiği olarak uyarıcı foton enerjisi açısından sunan ve radyasyon-madde etkileşim parametresi olan kütle azaltma katsayısı değişim eğrisi uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 1’de verilmiştir.

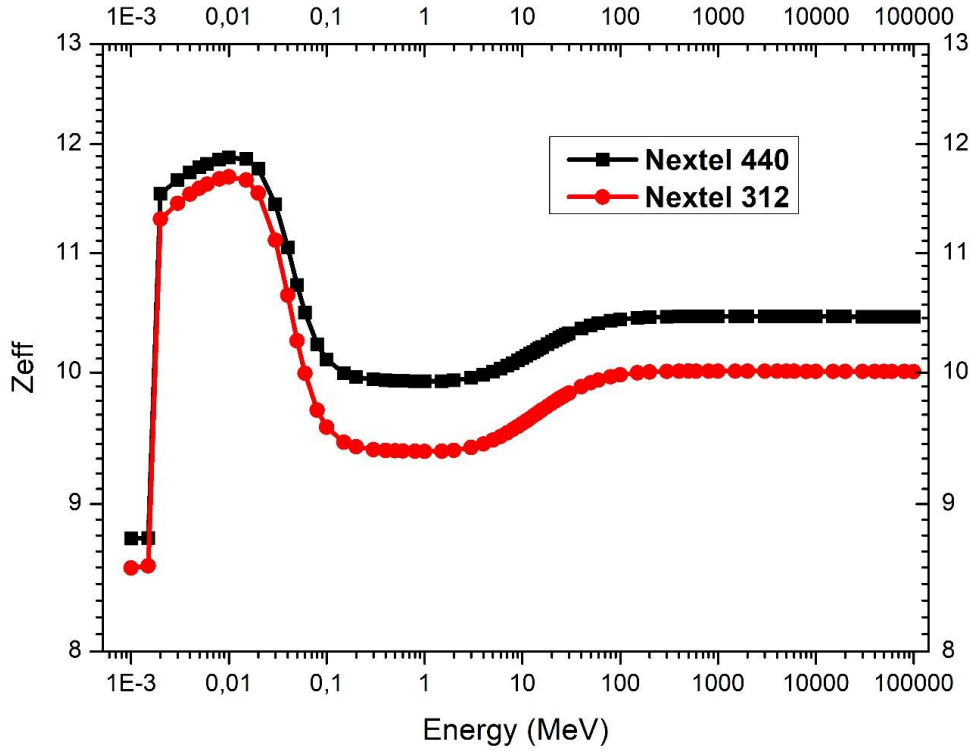


Şekil 1. Nextel 312 ve 440 seramiklerinin uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak kütle azaltma katsayılarının değişim eğrisi.

Şekil 1 incelendiğinde, her iki seramik içinde MAC değerlerinin değişimlerinin artan enerji ile önce keskin bir şekilde azaldığı, orta enerji bölgesinde bu eğimin daha az olduğu bir azalma sergilediği ve 10 MeV enerjisinden sonra çok az ölçüde artarak sabitlendiği açıkça görülmektedir. Ayrıca, düşük enerji bölgesinde daha büyük değerler aldığı açıkça görülmektedir. Bunun sebebi, artan enerji ile fotoelektrik ihtimaliyeti azalmakta olup yerine önce Compton saçılması ihtimaliyetine bırakması ve daha sonra (1,02 MeV’den büyük enerjilerde) çift oluşum ihtimaliyetinin daha baskın hale gelmesidir. Ayrıca, 2 keV foton enerjisinde Nextel 312 ve 440 seramikleri için kütle soğurma katsayısı sırasıyla 1536,2 ve 1419,718 cm<sup>2</sup>/g olarak bulunmuştur. Bu değerler Şekil 1’de görüldüğü gibi anlık sıçrama yapmıştır. Bu değişim, bu enerji değerinin seramikler içerisinde bulunan Si atomlarının soğurma kıyılarına yakınlığı sebebiyledir. Ayrıca elde edilen datalardan Nextel 440 seramiği

için hesaplanan MAC değerlerinin Nextel 312 seramiği için hesaplanan MAC değerlerinden çok az bir fark ile büyük olduğu saptanmıştır. 2 keV'lik enerji değerinde verilen değerler bu duruma örnek teşkil etmektedir.

Bu seramikleri tek element atomları gibi verilen bir enerji aralığında sembolize eden etkin atom numaralarının uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak hesaplanan değişim eğrisi Şekil 2'de verilmiştir.

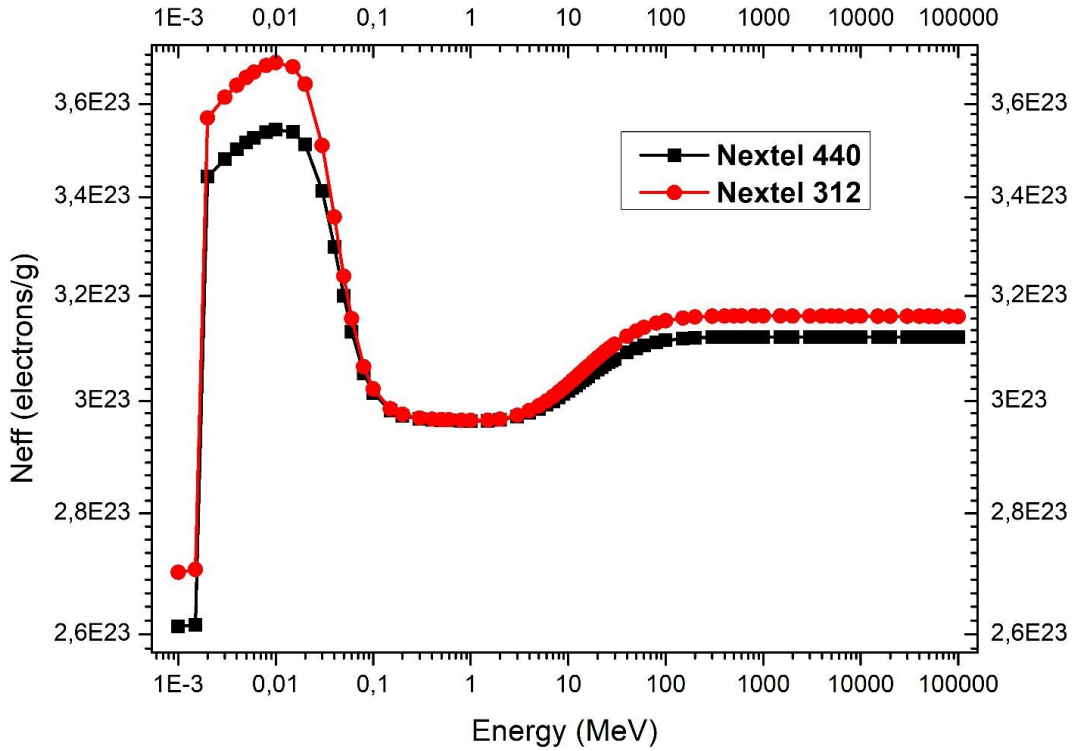


Şekil 2. Nextel 312 ve 440 seramiklerinin uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak etkin atom numaralarının değişim eğrisi.

Şekil 2 incelendiğinde, her iki seramiğin etkin atom numaralarının değişim eğrileri artan foton enerjisine göre benzerdir. Ancak Nextel 440 seramiği için elde edilen  $Z_{eff}$  değerleri Nextel 312 için elde edilen değerlerden büyüktür. Bunun sebebi Nextel 440 seramiği yapısındaki Alumina ( $Al_2O_3$ ) ve Silica ( $SiO_2$ ) birleşim oranlarının Nextel 312 den fazla olmasıdır (Tablo 1'e bak). Çünkü bu birleşiklerin yapısındaki Al ve Si elementleri B elementinden daha büyük atom numarasına sahiptir. Bu durum benzer özellik göstermelerine rağmen seramiklerin sahip oldukları  $Z_{eff}$  değerlerinin malzemenin kimyasal kompozisyona kuvvetli bir şekilde bağlı olduğunun göstergesidir. Ayrıca, seramiklerin  $Z_{eff}$  değerleri artan foton enerjisine göre incelendiğinde en yüksek  $Z_{eff}$  değerlerinin fotoelektrik olayının baskın olduğu enerji bölgesinde, en düşük  $Z_{eff}$  değerlerinin ise Compton saçılmasının baskın olduğu enerji bölgesinde elde edildiği açıkça görülmektedir.



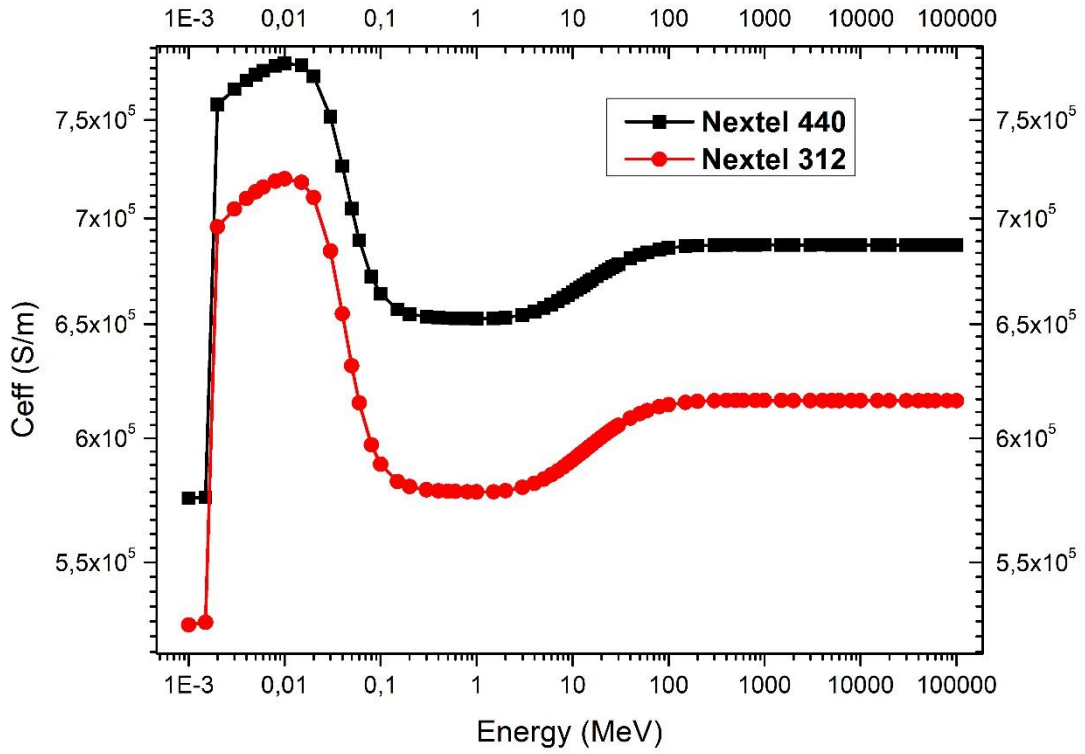
Etkin atom numarasının yanı sıra, incelenen seramiklerin etkin elektron sayılarının uyarıcı foton enerjisine göre değişim eğrileri Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Nextel 312 ve 440 seramiklerinin uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak etkin elektron sayılarının değişim eğrisi.

Şekil 3 incelendiğinde, uyarıcı foton enerjisinin artışı ile gözlemlenen  $N_{eff}$  değerlerinin değişimi  $Z_{eff}$  değişimine benzemektedir. Bu durum, Şekil 1’de anlatıldığı gibi belirli enerji aralıklarında foton-madde etkileşim olaylarının baskınlığı ile alakalıdır. Bu şekilde Şekil 1’den farklı olarak düşük (fotoelektrik olayının baskın olduğu bölge) ve yüksek enerji bölgelerinde (çift oluşumun baskın olduğu bölge) Nextel 312 seramiği için elde edilen  $N_{eff}$  değerlerinin Nextel 440 seramiğinin  $N_{eff}$  değerlerinden büyük olduğu ve orta enerji bölgesinde (Compton saçılmasının baskın olduğu bölge) her ik seramik içinde elde edilen  $N_{eff}$  değerlerinin eşit olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum ile orta enerji bölgesinde her iki seramiğin benzer iletkenlik özelliği göstereceği ancak diğer enerji bölgelerinde seramiklerin iletkenlik özelliklerinin değişiklik arz edeceği açıkça söylenebilir.

Malzemeleri karakterize eden bir diğer parametre olan etkin iletkenlik değerleri incelenen Nextel 312 ve 440 seramikleri için hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 4’de grafiksel olarak sunulmuştur.



Şekil 4. Nextel 312 ve 440 seramiklerinin uyarıcı foton enerjisinin fonksiyonu olarak etkin iletkenlik değerlerinin değişim eğrisi.

Şekil 4 incelendiğinde, elde edilen  $C_{eff}$  değerlerinin uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak değişimi Şekil 3’de elde edilen değişim eğrisi ile benzerdir. Bu durum  $C_{eff}$  değerlerinin  $N_{eff}$  değerlerine doğru orantılı olarak bağlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu grafikten açıkça görüleceği gibi, Nextel 440 seramiği için elde edilen  $C_{eff}$  değerlerinin Nextel 312 için elde edilen  $C_{eff}$  değerlerinden tüm enerji aralığında büyük olduğu gözlemlenmiştir. En büyük  $C_{eff}$  değerlerinin ise fotoelektrik olayın baskın olduğu enerji bölgesinde olduğu açıkça saptanmıştır. Bu grafikten, benzer özelliklere sahip olan Nextel 440 ve Nextel 312 seramiklerinin sahip oldukları etkin iletkenlik özelliklerinin birbirlerinden farklı olduğu sonucu elde edilmiştir.

Bu çalışma ile hemen hemen aynı özelliklere sahip olan Nextel 312 ve Nextel 440 seramiklerinin kütle soğurma katsayısının, etkin atom numarasının, etkin elektron sayısının ve etkin iletkenlik değerlerinin hem uyarıcı foton enerjisine hem de seramiklerin sahip olduğu kimyasal kompozisyona bağlı olduğu görülmüş ve çeşitli teknolojik ve endüstriyel uygulamalar için bu seramiklerin incelenen parametreleri literatüre sunulmuştur.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada benzer özelliklere sahip Nextel 312 ve Nextel 440 seramiklerinin 15 keV-100 GeV geniş enerji aralığında birçok teknolojik ve endüstriyel uygulama için önemli ve gerekli

olan etkin atom numarası, etkin elektron sayıları ve etkin iletkenlik değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, incelenen parametrelerin Nextel 440 seramiğinde Alumina ( $Al_2O_3$ ) ve Silica ( $SiO_2$ ) birleşim oranlarının Nextel 312 seramiğinden fazla olması sebebiyle, her iki seramik için tüm enerji aralığında elde edilen kütle azaltma katsayılarının hemen hemen eşit olmasına rağmen,  $Z_{eff}$ ,  $N_{eff}$  ve  $C_{eff}$  değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu elde edilmiştir. Bu durum belli enerji aralığında bu seramiklerin spesifik özelliklerinin farklı olduğu anlamına gelmektedir. Bu sebeple özel endüstriyel ve teknolojik uygulama alanları için bu parametrelerin farklı olma durumu dikkate alınarak seramik seçimi yapılabileceği bu çalışma ışığında söylenebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] F. Akman, M.R. Kaçal, M.I. Sayyed, H.A. Karataş, Study of gamma radiation attenuation properties of some selected ternary alloys, *Journal of Alloys and Compounds*, 782 (2019) 315-322.
- [2] S. Gowda, S. Krishnaveni, R. Gowda, Studies on effective atomic numbers and electron densities in amino acids and sugars in the energy range 30–1333keV, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 239 (2005) 361-369.
- [3] I. Han, L. Demir, Studies on effective atomic numbers, electron densities from mass attenuation coefficients in  $Ti_xCo_{1-x}$  and  $Co_xCu_{1-x}$  alloys, *Nucl Instrum Meth B*, 267 (2009) 3505-3510.
- [4] V.P. Singh, N.M. Badiger, Study of mass attenuation coefficients, effective atomic numbers and electron densities of carbon steel and stainless steels, *Radioprotection*, 48 (2013) 431-443.
- [5] S. Gowda, S. Krishnaveni, R. Gowda, Studies on effective atomic numbers and electron densities in amino acids and sugars in the energy range 30–1333keV, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 239 (2005) 361-369.
- [6] H.C. Manjunatha, L. Seenappa, K.N. Sridhar, ChikkaHanumantharayappa, Study of gamma/X-ray interaction in Kondo insulators, *X-Ray Spectrom*, 47 (2018) 34-45.
- [7] P. Limkitjaroenporn, J. Kaewkhao, S. Asavavisithchai, Determination of mass attenuation coefficients and effective atomic numbers for Inconel 738 alloy for different energies obtained from Compton scattering, *Ann Nucl Energy*, 53 (2013) 64-68.
- [8] E. Şakar, M. Büyükyıldız, B. Alım, B.C. Şakar, M. Kurudirek, Lead brass alloys for gamma-ray shielding applications, *Radiat Phys Chem*, 159 (2019) 64-69.
- [9] D.K. Gaikwad, P.P. Pawar, T.P. Selvam, Mass attenuation coefficients and effective atomic numbers of biological compounds for gamma ray interactions, *Radiat Phys Chem*, 138 (2017) 75-80.
- [10] A.H. El-Kateb, R.A.M. Rizk, A.M. Abdul-Kader, Determination of atomic cross-sections and effective atomic numbers for some alloys, *Ann Nucl Energy*, 27 (2000) 1333-1343.
- [11] I. Akkurt, Effective atomic numbers for Fe-Mn alloy using transmission experiment, *Chinese Physics Letters*, 24 (2007) 2812-2814.
- [12] M.A.C. Devillers, Lifetime of Electrons in Metals at Room-Temperature, *Solid State Commun*, 49 (1984) 1019-1022.

## HAVA KALİTESİ TAHMİNİNDE DERİN ÖĞRENME UYGULAMALARI HAKKINDA BİR İNCELEME

Şeyma YÜCEL ALTAY, Ferhat BOZKURT, Mete YAĞANOĞLU

Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

### Özet

Endüstrinin ve kentselleşmenin gelişmesi sonucu, büyük şehirlerin çoğunda yoğun hava kirliliği ciddi bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Yoğun hava kirliliği, solunum ve kalp damar hastalıkları, akciğer yetmezliği gibi rahatsızlıklara ve hatta erken ölüme sebep olan birincil çevresel etkenlerden biridir. Özellikle hava kirleticilerden biri olan partikül madde, insan sağlığı üzerinde diğer kirletici maddelerden önemli derecede daha büyük bir etkiye sahiptir. Hava kirliliği kontrolü ve insanları hava kirliliği nedeniyle olumsuz sağlık etkilerinden korumak için mekânsal ve zamansal hava kalitesi bilgisinin çıkarımı büyük önem taşımaktadır. Hava kirliliğinin yarattığı önemli sorunların önüne geçebilmek için hava kalitesi tahmininin yapılması gerekmektedir. Hava kalitesine yönelik her bir bölge için gün içinde çok fazla ölçüm yapıldığından bu büyük veride tahminleme yapmak Grafik İşleme Birimi (GİB) tabanlı derin öğrenme yöntemleriyle daha etkili olabilmektedir. Derin öğrenme makine öğrenmesinin bir alt alanıdır. Derin öğrenme ağı eğitilmesi esasına dayandığı için eğitim esnasında geriye yayılım algoritmalarının kullanımı için yapılan hesaplamalar Merkezi İşlem Birimi (MİB) yerine genel amaçlı kullanılabilen GİB'ler ile paralel olarak daha hızlı gerçekleştirilebilir. Bu denli büyük miktarda verinin GİB tabanlı derin öğrenme yöntemleriyle işlenerek karar mekanizmasının kurulması, hava kalitesi tahmininin performansını artırır. Bu çalışmada hava kalitesini belirleyen maddelere, derin öğrenmenin tarihçesine ve derin öğrenme tekniklerine değinilmiştir. Ayrıca hava kalitesi tahmini için kullanılan derin öğrenme yöntemleri incelenmiş ve bu çalışmaların kıyaslaması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hava Kalitesi Tahmini, Derin Öğrenme, Makine Öğrenmesi.

### Abstract

As a result of the development of industry and urbanization, heavy air pollution has emerged as a serious problem in most of major cities. Heavy air pollution is one of the primary environmental factors causing respiratory and cardiovascular diseases, lung failure and even premature death. Especially, particulate matter, one of the air pollutants, has a significantly greater impact on human health than other pollutants. In order to control air pollution and to protect people from adverse health effects due to air pollution, the extraction of spatial and temporal air quality information is extremely important. In order to prevent significant problems caused by air pollution, air quality prediction is required. Since a lot of measurements are made per day for each region for air quality, it can be more effective to make predictions on these big data with Graphics Processing Unit (GPU) based deep learning methods. Deep learning is a sub-branch of machine learning. Because deep learning is based on the training of the network, the calculations made for the use of back propagation algorithms during training can be performed faster with the GPUs that can be used for general purposes instead of the Central Processing Unit (CPU). Establishing a decision mechanism by processing such a large amount of data through GPU based deep learning methods increases performance of air quality prediction. In this study, the air quality determinants, the history of deep learning and deep learning techniques are mentioned. In addition, deep learning methods used for air quality prediction are examined and comparison of these studies is made.

Keywords: Air Quality Prediction, Deep Learning, Machine Learning.

## YARATICI PROBLEM ÇÖZME TEORİSİ (TRIZ) İLE DRONE KULLANIMINDA YAKIT VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMAYA YÖNELİK YENİ BİR TASARIM

Erman ALBAYRAK, Doç. Dr. Hatice VURAL

Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Amasya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

2018 yılında 13 milyon adet satışı gerçekleştirilen ve 2019 yılında ise 17 milyon adet satışı gerçekleştirilmesi beklenen drone'ların, kısa bir zamanda giderek yaygınlaşarak eğlence, iş, savunma, vs. gibi sektörlerde kullanılmasıyla birçok alanda iş yükünü azalttıkları ve iş verimliliğini ise arttırdıkları bilinen bir gerçektir. Kargo kutularının, yemek siparişlerinin, alışveriş paketlerinin drone ile taşınması veya uçan drone baz istasyonu gibi farklı alanlarda da kullanımları bunlara örnek olarak verilebilir. Fakat bazı teknolojik ürünlerde (cep telefonu, tablet, laptop, vs...) olduğu gibi drone'ların da kısa sürede batarya kapasitesinin tükenmesi, mevcut iş sürekliliğini ve hızını kesmekle beraber aynı anda da zaman problemi de oluşturmaktadır. Genellikle ortalama 20-30 dakika arası dayanma süresine sahip bataryaların yerine alınan daha fazla kapasiteli bataryalar veya yedek bataryalar drone'ların ağırlığını arttırmakta ve motorlara daha fazla yükün binmesine neden olmaktadır. Bu da bataryanın enerjisini artan ivmeyle bitirmektedir. İlave batarya bağlamadan havada kalma süresini artırmanın ve artan ağırlığa göre dayanıklılığını artırmanın da bir çelişki olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmanın amacı Sovyet Bilim Adamı Genrich Saulovich Altshuller'in 2 milyondan daha fazla patenti incelemesiyle geliştirdiği "Yaratıcı Problem Çözme Tekniği (TRIZ)" aracılığıyla karşılaşılan sorunların çözümleri üzerinde durmaktır. İyileşen özelliğe göre kötüleşen özellikler tespit edilerek 39x39 çelişki matrisinde hücredeki 40 yaratıcı prensiplerden uygun olan prensip kullanılarak daha uzun uçuş süreli drone modeli tasarlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** TRIZ, Drone, Çelişkiler Matrisi, 40 Yaratıcı Prensip

### ABSTRACT

It is a well-known fact that drones, 13 million units were sold in 2018, and it is expected to be sold 17 million units in 2019, were increasingly used in entertainment, business and defense, etc. sectors in a short period of time, thus reducing workload in many areas and increasing work efficiency. Examples include the use of cargo boxes, food orders, shopping packages, drone transport or flying drone base stations. However, as in some technological products (mobile phones, tablets, laptops, etc.), the depletion of the battery capacity of the drones in a short period of time, interrupts the current business continuity and speed, but also creates a

time problem at the same time. In general, the batteries which average life of 20-30 minutes to replace the batteries with a higher capacity or the standby one increase the weight of the drones and cause more burden on the engines. This results in an increase in the energy of the battery with increasing acceleration. It is known that increasing the air time and increasing the durability by increasing the weight without connecting the additional battery is a contradiction. The aim of this study is to focus on solutions of problems encountered through Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) that Soviet Scientist Genrich Saulovich Altshuller developed with more than 2 million patents. The deteriorating properties were determined according to the improvement properties and a longer flight time drone model was designed by using the principle which is appropriate from the 40 creative principles in the cell in the 39x39 contradiction matrix.

**Keywords:** TRIZ, Drone, Contradiction Matrix, Creative Principles

## 1.GİRİŞ

Drone'lar günlük yaşantımızda her türlü işlerde aktif rol alan elektronik eğlence ve iş araçlarıdır. Kullanım alanlarına göre Quadcopter, Octocopter, Hexacopter, X8, Y6 gibi farklı modelleri mevcuttur. Drone'ların gelişimi, yeni ürünlerin gelişimine katkı sağlamaktadır. Örneğin insan taşımacılığı, yapay zekalı drone gibi.

Drone'lar taşıma kapasitelerine göre farklı boyutlarda ve farklı motor sayılarından oluşmaktadır. Son 5 yılda Drone'ların gelişimi çok hızlı olmuştur. Ancak gelişmekte olan sadece Drone'ların yapısı olmuştur. Yakıt verimliliği için daha fazla kapasiteli ve daha hafif bataryalar geliştirilememiştir. Drone satın alımlarında uçuş sürelerinin 7-10 dakika arası olması kullanıcılar açısından problem olmaktadır. Havada kalma sürelerini arttırmak için fazladan batarya takviyesi yapılırsa da Drone'nun ağırlığı artmasıyla var olan toplam batarya enerjisi artan ivme ile bitmektedir. Örneğin; Drone, 5000 mAh'lık bir batarya ile 10 dakika uçabiliyorken bir tane daha 5000 mAh'lık batarya takılması ile 20 dakikalık bir uçuş sağlamamaktadır. Çünkü bataryanın ağırlığıyla motora binen yük artmıştır. Başka bir seçenek ise yüksek bedeller ödenerek daha fazla büyüklükte ve ağırlıkta Drone'lar satın almaktır. Buda istenilen bir durum değildir (Bozkurt, 2018).

Rusça “теория решения изобретательских задач” cümlesinin baş harflerinin birleştirilmesiyle oluşan ve günümüzde “Yaratıcı Problem Çözme Teorisi” olarak bilinen TRIZ (Altshuller, 2013), Genrich Salouovich Altshuller tarafından başlangıçta 40.000 patentin daha sonra da geleceğin TRIZ üstatları ile birlikte yüzbinlerce patentin incelenmesi ile geliştirilmiştir (Akbulut, 2014).

TRIZ var olan sistemlerin eksik taraflarının çözümlerini kendi sistematik yaklaşımları ile tespit ederek iyileştirmesi veya yeni sistemlerin daha da geliştirilmesi için kurulmuş bir

metodolojidir. TRIZ ile çözülmesi gereken bir problemde iyileşen bir özelliğe karşı kötüleşen bir özellikle karşılaşılır. Hedeflenen değerlere ulaşmak yaratıcı çözümler ile sağlanır. Bu yaratıcı çözümler TRIZ araçlarından 39x39 çelişkiler matrisi ile sağlanır. Her bir satırdaki çelişkiler iyileşen özelliği, her bir sütundaki çelişkiler ise kötüleşen özellikleri göstermektedir. Bu matriste tespit edilen çelişkilerin kesiştiği hücredeki prensipler bizim karşılaştığımız problemin çözümünü vermektedir (Çilsal, 2005; Altshuller, 2013).

Bu çalışma kapsamında Drone'ların havada kalma sürelerini arttırmaya yönelik batarya takviyesi yerine Yaratıcı Problem Çözme Teorisi (TRIZ) kullanılarak yeni bir Drone tasarlanmıştır. Problem, TRIZ problemi şekline dönüştürülüp, çelişkiler matrisini kullanarak 40 adet çözümden uygun olanları kullanarak çözümler sunulmuştur.

## 2. ARAŞTIRMA ve BULGULAR

### 2.1. Problemin Tespiti ve TRIZ Uygulamaları

Problemimiz Drone'na ekstra batarya takmadan, Drone'nun mevcut şeklinden hiçbir parça çıkartmadan uçuş süresini arttırmaktır. Öncelikle TRIZ'in bu adımında çelişkiler tespit edilir. Bulunan bu çelişkiler 39x39 çelişkiler matrisine göre analiz edilerek gerekli prensipler çıkartılır. Problemimiz için gerekli olan çelişkiler matrisinin bölümü Şekil-1'de gösterilmektedir (Altshuller, 2013).

39 X 39 ÇELİŞKİLER MATRİSİ		Güç	Gerilme / Basınç	Şekil
		10	11	12
Şekil	12	35,10 ,37,40	34,15 ,10,14	
Cismin Değişmezliği	13	10,35 ,21,16	2,35 ,40	22,1 ,18,4
Mukavemet	14	10,18 ,3,14	10,3 ,18,40	10,30 ,35,40
Hareketli Cismin Eylem Zamanı	15	19,2 ,16	19,3 ,27	14,26 ,28,25

Şekil 1. Çelişkiler Matrisinde Hücrenin Bulunması

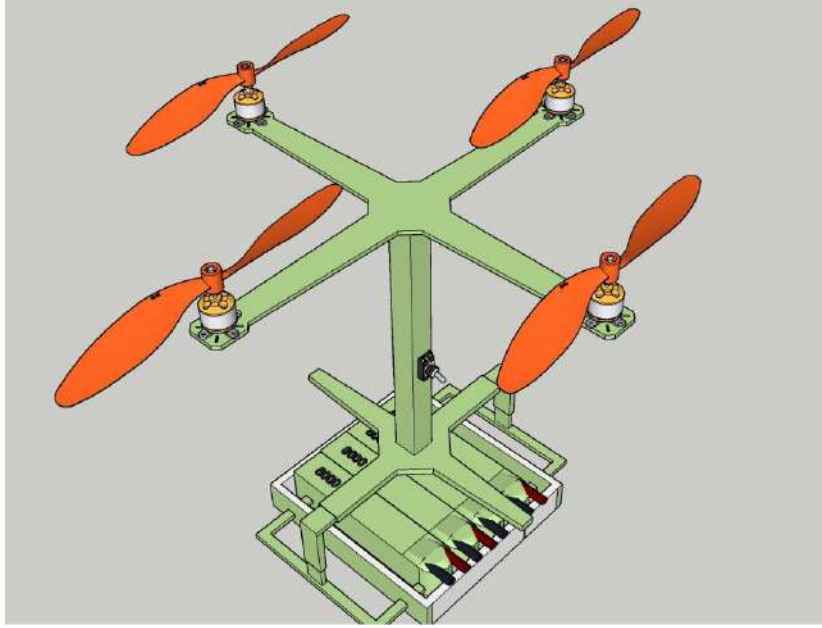
Çelişkilerin ilkinde İyileşen özellik “Hareketli Cismin Eylem Zamanı (15)” ve iyileşen özelliğe göre de cisimde kötüleşen özellikte “Şekil (12)”dir. Çelişkiler matrisindeki prensipleri ise 14,25,26,28.

İkinci çelişki, Drone’nun uçuş süresini arttırmak, verimlilik yani kapasite ile ilgilidir. Bu kapasiteyi veya verimliliği arttırmak içinde hareketli Drone’nun ağırlığında kötüleşmeyi gerektirir. İyileşen özellik “Kapasite \ Verimlilik (39)” ve iyileşen özelliğe göre de cisimde kötüleşen özellikte “Hareketli Bir Nesnenin Ağırlığı (1)” dir. Çelişkiler matrisindeki prensipleri ise 24,26,35,37. Örneğin güneş paneli takılması eylem zamanını artırır ama güneş panelinin ağırlığından dolayı oluşan bir problemi ortaya çıkarır. İyileşen özellik “Hareketli Cismin Eylem Zamanı (15)” ve iyileşen özelliğe göre de cisimde kötüleşen özellikte “Hareketli Bir Nesnenin Ağırlığı (1)”dır. 39x39 Çelişki matrisindeki prensipleri ise 5,19,31,34.

15-12 ve 39-1 çelişkilerinin prensibi olan “Kopyalama (26)”, 39-1 çelişkinin prensipleri olan “Aracı (24)” ve “Özelliklerin Dönüştürülmesi (35)” ile 15-1 çelişkinin prensibi olan “Birleştirme (5)” önerilerinin birleşimi bize çözümü sunmaktadır. Çözüm ise şudur: Küçültülebilir bir kopyası hazırlanarak aracı bir nesne kullanarak, geçici bir bağlantı ile nesneleri birleştirip fiziksel durumu değiştirilmelidir.

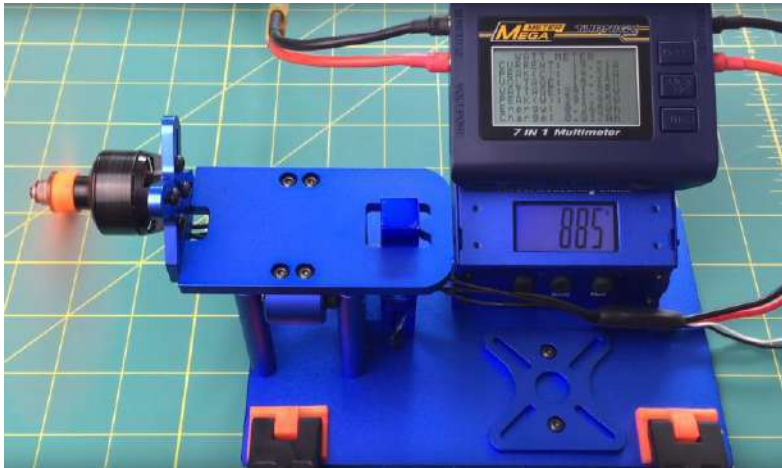
Herhangi 4 motorlu bir Drone’nin uçuş süresi 10-15 dakika arasındadır. Yaklaşık olarak bir Drone’nin ağırlığı da ortalama olarak 10 N civarındadır. 10 N’luk ağırlığı 4 adet motor kaldırmakta ve bunu da 10-15 dakika arasında yapmaktadır. Bu Drone’ye ilave edilen herhangi bir ağırlık, motor için ekstra kaldırma kuvveti demektir ki bu da bataryanın erken tükenmesine yani 10-15 dakika olan uçuş süresini daha da azaltacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla 4 motorlu bir Drone’dan parça çıkarttırılmayacağı için Drone’nu yukarıya doğru kaldırabilecek bir cisim ile sorun giderilecektir. Yukarıya doğru uygulanacak kuvvet Drone’yi hafifletir ve motor başına düşen güç azalır. Böylelikle de uçuş süresi artmış olur.





Şekil 2. Yeni Taşıyıcı Drone Tasarımı

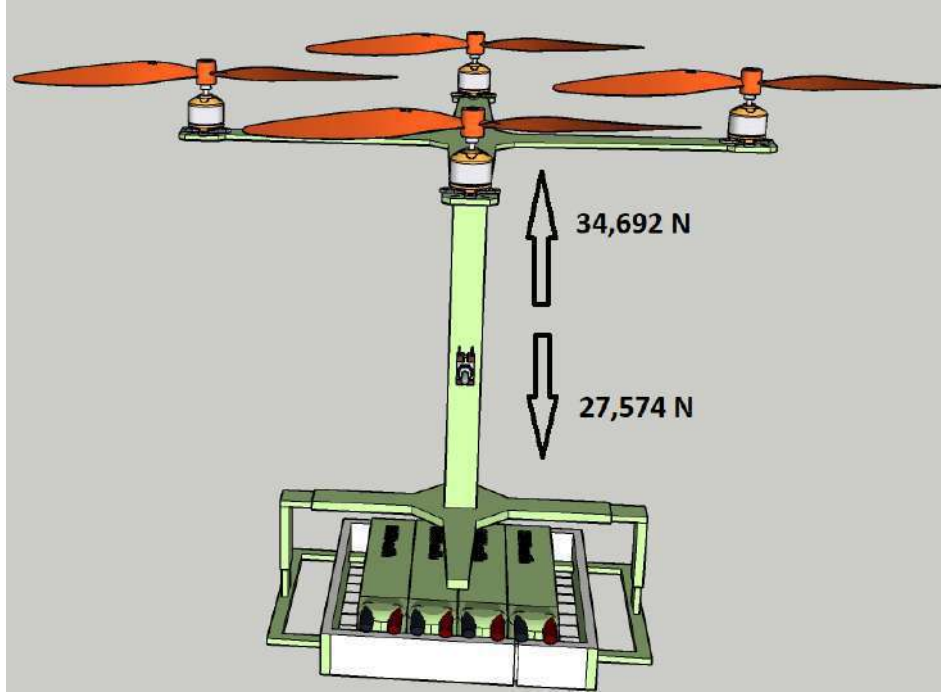
Yeni tasarımda dikkat edilmesi gereken 4 adet motorun kaldırabileceği toplam kuvvet sistemin toplam ağırlığından (4 x Motor, 4 x Batarya, 4 x Pervane, Frame: Kasa, Kablo, On\Off) fazla olmalıdır (Şekil-2). Yeni tasarım da kullanılacak herhangi bir Motor'un ağırlığı 0,455 N olup, saatte 19,31A akım çekmelidir. Motor için kullanılacak en verimli pervane ise 6 inçlik pervanedir. Bu Motor'un bu pervane ile çekim kuvveti ise 8,673 N'dur (Şekil 3). Batarya 14.8V'luk 7500 mAh, 4S li-po batarya ve ağırlığı ise 5,595 N'dur. Frame iki parçadan oluşmakta olup Carbon Fiber malzemeden yapılmış ve 2.45 N'luk ağırlığa sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Alt parça Drone'nun altında kalacak biçimde 4 adet bataryayı taşıyacak bölümdür. Ağırlığın altta kalması denge merkezine yakın olmak amacıyla düşünülmüştür. Üst kısım ise Drone'nin üstünde kalacak ve alt kısma otomatik kitlenecektir (<https://www.flyingtech.co.uk/blog/efficiency-vs-performance-how-build-drone-long-flight-time>).



Şekil 3: Motorun Çektiği Kuvvet = 0,885kg. X 9,80 m/s<sup>2</sup> = 8,673N

## 2.2. Uçuş Süresi Hesaplamaları

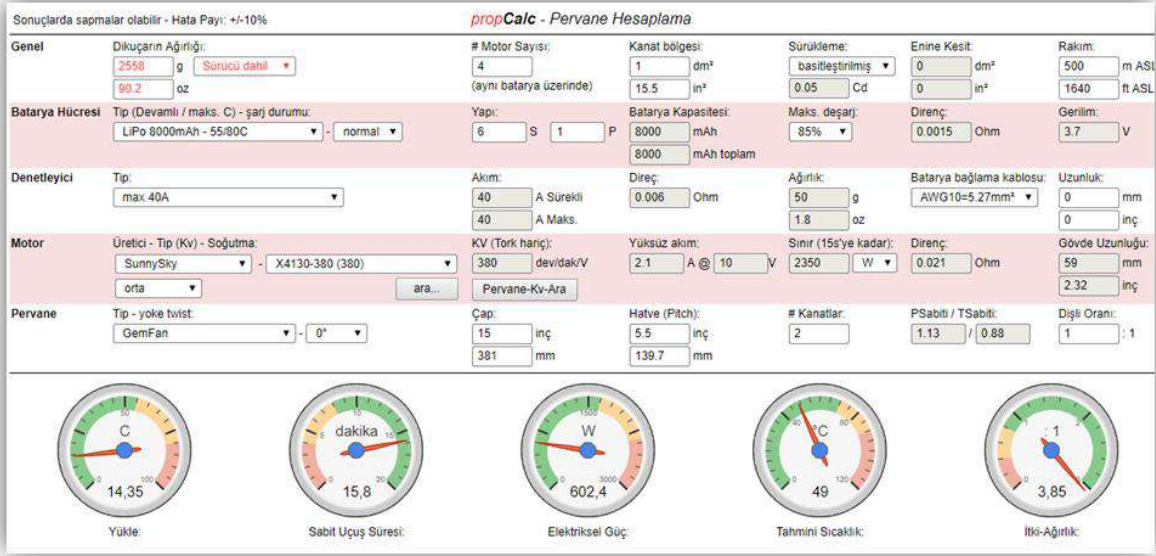
4 adet motorun ağırlığı 1,822 N, 4 adet pervanenin ağırlığı 0,392 N, 4 adet bataryanın ağırlığı 22,42 N, Frame'nin ağırlığı 2,45 N, On\Off ve kablunun ağırlığı 0,49 N'dur. Toplamda 27,574 N olmaktadır. 4 adet motorun toplam itki kuvveti ise 34,692 N'dur. Fark 7,117 N olarak hesaplanmıştır. Şekil-4'de gösterilmektedir.



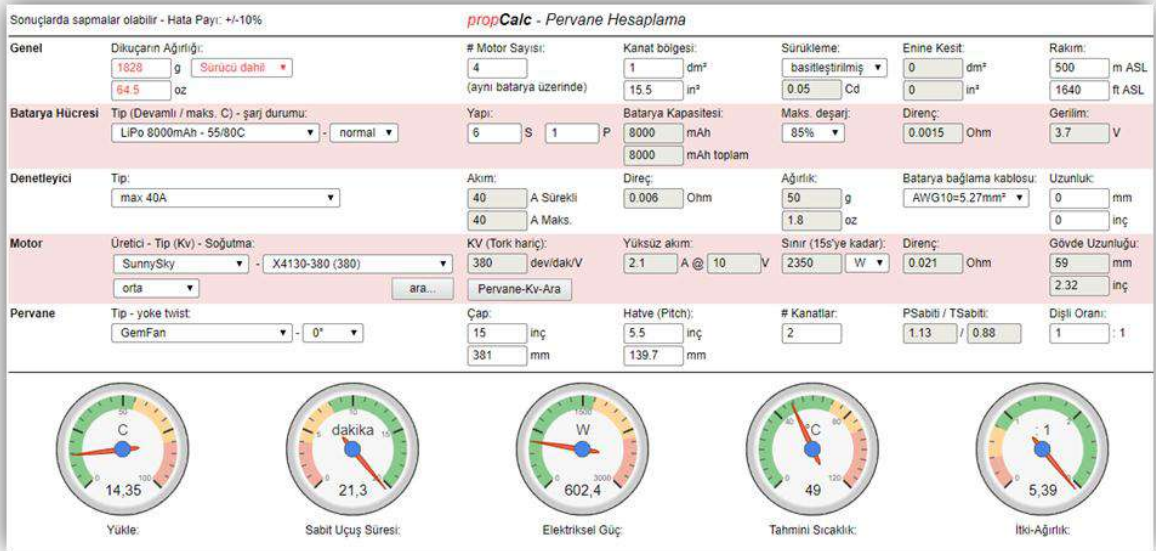
Şekil 4: Kuvvetler

Yeni tasarımda 4 adet motorun 1 saatte çektiği akım 77,24 Amper'dir. Batarya kapasitesi ise 30 Amper'dir. Uçuş süresi ise  $(60\text{dk.} \times 30\text{A}) / 77,24 = 23,30\text{ dk.}$

Herhangi bir Drone'nun uçuş süresi 15,8 dakika iken aynı Drone'na yeni tasarımın eklenmesiyle olan uçuş süresi 23,30 dakikadır. Hesaplama sonuçları Şekil-5 ve Şekil-6 de gösterilmektedir. Bu tasarım 4 motorlu drone'lar içindir. Katlanabilir ve alttan ayaklı kameralı modeller için uygun olmayabilir. 15 dakika seviyesinde olan drone'lar için kullanılır (Altın, 2013).



Şekil 5: Herhangi bir Drone'nun uçuş süresi (<https://www.ecalc.ch/motorcalc.php>).



Şekil 6: Yeni tasarımla beraber uçuş süresi (<https://www.ecalc.ch/motorcalc.php>).

### 3. SONUÇ

Drone'ların kullanımı her geçen yıl katlanarak artmaktadır. Bataryaların daha verimli kullanılması dolayısı ile uçuş sürelerinin artması gelişen teknolojilerini üst seviyelere taşıyacaktır. Drone'lar bu iyileştirmeler sayesinde çok farklı alanlarda kullanılmalarına elverişli hale gelebileceklerdir. Drone'na ekstra batarya takmadan, Drone'nun mevcut şeklinden hiçbir parça çıkartmadan uçuş süresini arttırmak temel bir problem oluşturmaktadır.

Bu probleme TRIZ kullanılarak çözüm aranmış ve çalışma sonucunda yeni tasarımın uçuş süresini %42 oranında arttırabileceği düşünülmektedir.

#### 4. KAYNAKÇA

Akbulut, M. (2014). Yaratıcı Problem Tekniğinin (Triz) Elektrik Prizleri İçin Tasarım Alanına Uygulanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Altın, C. (2013). Dört Rotorlu İnsansız Hava Aracının Yükseklik Ve Konum Kontrolü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat

Altshuller, G. (2013). Yenilik Algoritması-İcat Çıkarma Kitabı-TRIZ. S. Gürtunca (çev.). İstanbul: Sistem Yayıncılık, 143-306

Bozkurt, E. (2018). Dört Rotorlu Bir İnsansız Hava Aracının Modellenmesi, Tasarımı ve Yükseklik Denetimi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ

Çilsal, O. (2005). Yenilikçi-Yaratıcı Sorun Çözme Yaklaşımın (Triz) İmalat İçin Tasarım (Dfm) Alanına Uygulanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

#### *İnternet kaynakları*

1. <https://www.ecalc.ch/motorcalc.php>
1. <https://www.flyingtech.co.uk/blog/efficiency-vs-performance-how-build-drone-long-flight-time>
2. <https://tr.banggood.com/>

## DERİN ÖĞRENME TEKNİKLERİ KULLANILARAK

### ALZHEIMER HASTALIĞI TEŞHİSİ

Zeynep CANTEMİR, Doç. Dr. Hacer KARACAN

Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, Ankara, Turkey

#### ÖZET

Alzheimer hastalığı hafıza ve düşünme becerisi kaybına ve beyin hücrelerinin yavaşça tahribatına neden olan geriye döndürülemez ve sürekli ilerleyen yapıda bir nörodejeneratif hastalıktır. Alzheimer hastalığının teşhisinde en çok kullanılan yöntem klinik değerlendirmenin önemli bir parçası olan manyetik rezonans(MR) görüntülemidir. Ancak beyin MR görüntü verilerinden Alzheimerlı ve sağlıklı beynin ayırt edilerek hastalığın teşhisi araştırmacılar için zorlu bir görevdir. Çünkü MR görüntü verilerinde Alzheimer hastalığına sahip kişilerde bulunan bazı işaretler normal yaşlı bireylerde de görülebilmektedir. Bu çalışmadaki gibi zorlu görsel sınıflandırma problemleri için son dönemdeki yaklaşımlar, derin öğrenme metotlarını kullanarak geçmişteki yöntemlere oranla daha güçlü özellik çıkarımı ile sınıflandırma başarısının artırılmasına dayanmaktadır. Bu nedenle hastalığın teşhisinde yardımcı derin öğrenme algoritmalarının kullanılması araştırmacıların doğru ve hızlı teşhis koymasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada, fonksiyonel MR görüntülerindeki desenlerin derin öğrenme teknikleri ile tespiti ile görüntülerin doğru sınıflandırılması ve teşhisin araştırmacılar için kolaylaştırılması amaçlanmıştır. Veri seti olarak Alzheimer ile ilgili literatürdeki birçok araştırmada standart haline gelmiş ADNI veri setinin bir alt kümesi kullanılmıştır. Oluşturulan sınıflandırma boru hattına göre öncelikle ham fonksiyonel MR görüntü veri seti üzerinde ön işleme yapılmıştır. Ön işleme aşamasında görüntülerdeki gürültülerin azaltılması, kafatası gibi beyin harici kısımların çıkarılması, MR görüntüleme sırasında hareket edilmemesi gerektiğinden böyle bir durum söz konusu ise hareket düzeltme işlemleri FSL analiz aracı ile gerçekleştirilmiştir. Ön işleme sonrası bir konvolüsyonel sinir ağı olan AlexNet derin öğrenme algoritması kullanılarak veriden düşükten yüksek seviyeye özelliklerin çıkarımı gerçekleştirilmiş ve daha sonra öğrenilen bu özelliklere göre yapılan sınıflandırma sonucunda yüksek bir doğruluk oranı elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Derin öğrenme, görüntü sınıflandırma, konvolüsyonel sinir ağları, Alzheimer hastalığı

#### ABSTRACT

##### Alzheimer's Disease Diagnosis Using Deep Learning Techniques

Alzheimer's disease is an irreversible and sustained progressive neurodegenerative disease that causes loss of memory and thinking skills and the slow destruction of brain cells. Magnetic resonance imaging (MRI) is an important part of clinical evaluation in the diagnosis of Alzheimer's disease. However, the diagnosis of the disease by distinguishing the brain from Alzheimer's and healthy brain from brain MR image data is a challenging task for researchers. Because some images in people with Alzheimer's disease in MR image data can also be seen in normal elderly individuals. As in this study, recent approaches to challenging visual classification problems are based on increasing the success of classification by using deep learning methods with stronger feature extraction than previous methods. Therefore, the use

of deep learning algorithms to assist in the diagnosis of the disease will help researchers to make accurate and rapid diagnosis. The aim of this study was to determine the patterns in functional MR images by deep learning techniques and to facilitate the classification of the images. In this study as a data set, a subset of the ADNI data set used like many studies in literature related to Alzheimer's. According to the classification pipeline which created, firstly preprocessing step is applied to the raw functional MRI data set. In the preprocessing step, reduce of the noise in the images, remove of non-brain parts such as the skull from images, because of the need to motionless during the MR imaging process motion correction was performed with the FSL analysis tool. After the preprocessing, using the AlexNet deep learning algorithm with a convolutional neural network, the features were extracted from low to high level and a high accuracy rate was obtained after the classification according to these features.

**Keywords:** Deep learning, image classification, convolutional neural networks, Alzheimer's disease

## SONLU ELEMANLAR ANALİZİ İLE ÇUKURCUK KOROZYONUNUN KALÇA PROTEZİNİN GERİLME DAĞILIMINA ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Dr. Özgü BAYRAK

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, 24100, Erzincan,  
TÜRKİYE

### ÖZET

Çukurcuk korozyonu, özellikle korozyon dayanımını bir alaşım elementinin yüzeyde oluşturduğu pasif oksit tabakasından alan metallerde görülen yerel bir korozyon türüdür ve erken hasar ihtimalini artırması yönünden tehlikeli kabul edilir. Tam kalça artroplastisinde (THR) kullanılan protezler 316L paslanmaz çelik, CoCr alaşımlar ve Titanyum alaşımlarından imal edilmektedir. Paslanmaz çelik ve kobalt esaslı alaşımların ise çukurcuk korozyonuna maruz kaldıkları bilinmektedir. Bu çalışmada, boyun kısmı çukurcuk korozyonuna maruz kalmış bir kalça protezi sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir. 0.2, 0.4 ve 0.8 mm çapa sahip yarı eliptik çukurcuklar modellenerek boyun bölgesine rastgele dağıtılmıştır. Üç farklı en/boy oranı (0.1, 0.5 ve 1) kullanılarak gerilme dağılımı incelenmiştir. Sonuç olarak çukurcuk derinliğinin, gerilme dağılımını değiştirmesi, gerilme yığılmalarına neden olması ve erken hasara sebebiyet vermesi yönünden çukurcuk çaplarından daha önemli bir parametre olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kalça protezi, Çukurcuk korozyonu, Sonlu elemanlar analizi

## INVESTIGATING THE EFFECTS OF PITTING CORROSION ON THE STRESS DISTRIBUTION OF HIP PROSTHESIS USING FINITE ELEMENT ANALYSIS

Dr. Özgü BAYRAK

Erzincan Binali Yıldırım University Department of Mechanical Engineering, 24100,  
Erzincan, TURKEY

### ABSTRACT

Pitting corrosion is a local type of corrosion especially seen in metals that take their corrosion resistance from a passive oxide layer formed by an alloy element on the surface and is considered dangerous in terms of increasing the possibility of premature damage. The prostheses used in total hip arthroplasty (THR) are manufactured from 316L stainless steel, CoCr alloys and Titanium alloys. Stainless steel and cobalt-based alloys are known to be susceptible to pitting corrosion. In this study, a hip prosthesis that was exposed to pitting corrosion was examined with finite element method. Semi-elliptic pits with diameters of 0.2, 0.4 and 0.8 mm were modelled and scattered randomly into the neck region. Stress distribution was investigated using three different aspect ratios (0.1, 0.5 and 1). Consequently, it was determined that the pit depth is a more important parameter than the pit diameter in terms of changing the stress distribution, causing stress concentrations and premature damage.

**Keywords:** Hip prosthesis, Pitting corrosion, Finite Element Analysis

## SAĞLIK HİZMETLERİNDE NESNELERİN İNTERNETİNİN KULLANIMI VE UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Şeyma YÜCEL ALTAY, Ferhat BOZKURT, Faruk Baturalp GÜNAY

Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Erzurum, Türkiye

### Özet

Teknolojideki son gelişmeler, internetin ve kablosuz ağ teknolojisinin yaygın kullanımı ile birlikte insanoğlu birbirleriyle iletişim kurabilen çeşitli cihazların veri paylaşabilmesini mümkün kılmıştır. Nesnelerin İnterneti, çeşitli sensörlerin ve akıllı cihazların birbiri ile iletişim kurarak gerçek zamanlı veri toplanması ve aktarımı noktasında yeni bir kavramdır. Nesnelerin İnterneti, savunma (askeri), güvenlik, eğitim ve sağlık hizmetleri de dâhil olmak üzere birçok alanda geniş bir uygulanabilirliğe sahiptir. Nesnelerin İnternetinin sağlık alanında tam olarak uygulanması ile tıp merkezlerinin daha yetkin bir şekilde çalışmasına ve hastaların daha iyi tedavi görmelerine olanak sağlayacağını düşünmekteyiz. Bu teknolojiye dayalı sağlık hizmeti yönteminin kullanılması ile tedavilerin kalitesi ve verimliliği artacağından hastaların sağlığının takibi daha kolay yapılabilecektir. Nesnelerin İnterneti cihazları ile sağlık verileri gerçek zamanlı olarak toplanabilmekte ve bu verilerin işlenmesi ile ilgili kişilere bu bilgilerin bildirimi mobil, web uygulamaları ile yapılabilmektedir. Hasta sağlığının takibi noktasında etkinliği artırmak, hayati tehlike oluşturan durumlar için anlık uyarı sisteminde kullanmak, sağlık hizmetlerinde insana bağımlılığı azaltmak, maliyeti düşürmek ve hizmet kalitesini artırmak amacıyla Nesnelerin İnterneti ve bunu destekleyen uygulamaların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, sağlık hizmetlerindeki Nesnelerin İnterneti tabanlı gelişmeler araştırılmakta ve sağlık hizmetlerinde Nesnelerin İnterneti tabanlı çözümler noktasında modern ağ mimarileri, platformları, uygulamaları ve endüstriyel eğilimler incelenmektedir. Ayrıca, Nesnelerin İnternetinin sağlık hizmetlerindeki geleceği ve sağlayacağı yenilikçi çözümler üzerinde durulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin İnterneti, Akıllı Cihazlar, Sağlık Hizmetleri Servisleri.

### Abstract

Human makes it possible for various devices that can communicate with each other to share data through recent advances in technology and widespread use of the Internet and wireless network technology. The Internet of Things (IoT) is a new concept for the collection and transmission of real-time data by communicating with each other of various sensors and smart devices. IoT has a wide applicability in many areas, including defense (military), security, education and health services. We believe that with the implementation of IoT completely in the field of health, medical centers will be able to work more competently and patients will have better treatment. As the quality and efficiency of the treatments increase with the use of this technology based health care method, the health of patients can be monitored more easily. Thanks to IoT devices, healthcare data can be collected in real time and as a result of the processing of this data, feedback can be given to the related people via mobile and web applications. The use of IoT and the applications that support it is becoming increasingly common in order to increase efficiency at the point of patient health monitoring, use it in instant warning system for life-threatening situations, reduce dependence on people in health services, reduce costs and improve service quality. In this study, IoT-based developments in health care services are explored. Modern network architectures, platforms, applications and industrial trends in the context of IoT-based solutions in health services are examined. In



addition, the future of IoT in health services and innovative solutions to be provided by it are emphasized.

Keywords: Internet of Things, Smart Devices, Healthcare Services.

## GÜNEŞ RADYASYONU DİKKATE ALINARAK OPTİMUM YALITIM KALINLIĞI BELİRLEMENİN İRDELENMESİ

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan KURNUÇ SEYHAN,

<sup>2</sup>Merve KÖSE

<sup>1</sup>Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup>Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği  
Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Öğrencisi

### ÖZET

Gelişen teknoloji ve buna entegre olarak değişen yaşam biçimi, sürekli artış gözlenen dünya nüfusu ile ihtiyaç duyulan enerji miktarı önemli ölçüde artmaktadır. Artan enerji tüketimiyle birlikte fosil kökenli enerji kaynaklarının azalması nedeniyle yeni enerji kaynakları aranırken hali hazırda kullanılan kaynakların verimli kullanılması da önem kazanmıştır. Çünkü enerji talebini kontrol altına almak için yapılması gereken, enerjii verimli bir şekilde kullanmaktır. Enerji tüketimi incelendiğinde en yüksek tüketimin sanayi sektöründe olduğu görülmektedir. Sanayi sektöründen sonra en fazla enerji tüketimi bina ihtiyaçları için kullanılmaktadır. Binalarda ısıtma-soğutma uygulamaları için tüketilen enerji ise en büyük paya sahiptir. Binalarda ısınma amaçlı tüketilen enerjinin toplam tüketim içindeki payı göz önüne alındığında, bu alanda enerjinin verimli kullanılması sonucu elde edilecek tasarrufun büyük olacağı görülmektedir. Binalarda ısıtma ve soğutma için kullanılacak enerji ihtiyacını azaltmak için uygulanmakta olan ısı yalıtımı doğru şekilde yapılmadığında oluşacak ısı köprüleri nedeniyle harcanan ısıtma ve soğutma enerjisinin büyük bir miktarı kaybedilmektedir. Yalıtım yapılırken kullanılan yakıt türü, bina duvarı bileşenleri, iklim tipi dikkate alınarak, uygun yalıtım malzemesi türü ve kalınlığının seçilerek doğru olarak uygulanması gerekmektedir. Yanlış malzeme seçimi ve fazla kalın malzeme kullanımı yalıtım maliyetini arttırırken optimum değerden daha ince kullanılan malzemeler gerekli yalıtımı sağlamamaktadır. Bu çalışmada bina enerji analizi için derece gün yöntemi ve güneş ışınımı değerleri referans alınarak optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesi irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Yalıtım kalınlığı, derece-gün metodu, güneş radyasyonu*

### ABSTRACT

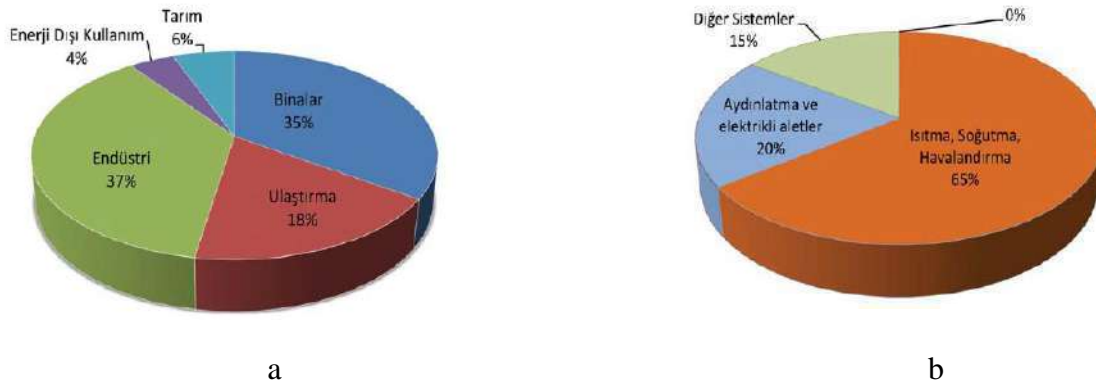
Developing technology and changing life style, continuous increase the world population the amount of energy needed is increasing significantly. Due to the increase in energy consumption and the reduction in fossil fuel energy resources, while new energy sources is search, the effective use of resources has gained importance too. Because what needs to be done to take control of energy demand is, to use energy efficiently. When the energy consumption is analyzed, it is seen that the highest consumption is in the industrial sector. The most energy consumption after the industry sector is used for building needs. The energy consumed for heating-cooling applications in buildings has the largest share.

Considering the share of energy consumed for heating in buildings in total consumption, it is seen that the savings to be obtained as a result of the efficient use of energy in this area will be big. A large amount of heating and cooling energy is lost due to thermal bridges that will occur when the heat insulation applied to reduce the energy requirement for heating and cooling in buildings isn't done correctly. While doing insulation, insulation material type and thickness should be selecting and applied correctly by taking into account the type of fuel used, the type of building wall components and the climate type. The choice of the wrong material and the use of very thick material increase the cost of insulation, while the materials used thinner than the optimum value do not provide the necessary insulation. In this study, the determination of the optimum insulation thickness by taking into consideration degree day method and solar radiation values were to be examined for building energy analysis.

**Keywords:** *Insulation thickness, degree-daymethod, solar radiation*

## 1. GİRİŞ

Dünyada teknolojinin gelişmesiyle insanların konforlu binalarda yaşam isteği artmış ve buna bağlı olarak enerji kaynaklarının kullanımının artmasına sebep olmuştur. Bu durum doğal kaynakların tükenme tehdidi gibi enerji sorunlarına yol açmaktadır. Birincil enerji kaynaklarının ülkemizde yetersiz oluşu ve hızla artan enerji talebi nedeniyle, enerji ihtiyacının büyük kısmının ithalat ile sağladığı görülmektedir. Türkiye'de tüketilen enerjinin dörtte üçü ithal edilmektedir. Ülkemizde tüketilen enerjinin dağılım oranları Şekil 1. incelendiğinde endüstri sektöründen sonra en yüksek oran olan %35'lik oranın binalarda tüketildiği görülmektedir.



**Şekil Hata!** Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı.. a) Türkiye Enerji Tüketim Oranları, b) Binalarda Enerji Tüketim Dağılımı(Özgür vd. 2015)

Binalarda tüketilen enerjinin %65'lik kısmı ise ısıtma, soğutma ve havalandırma ihtiyaçları için kullanılmaktadır. (Şekil 1. b) Eğer binalarda doğru ısı yalıtımı yapılırsa %50 enerji verimi elde edilerek enerji tasarrufu yapılabilmektedir. (Özgür vd. 2015) Teknolojinin bugünkü kadar gelişmediği dönemlerde konfor koşullarını sağlamak amacı ile doğal ve yerel malzemeler ile uygun yalıtım önlemleri alınarak enerjinin etkin kullanımı sağlanmıştır. Geleneksel mimari örnekleri göz önüne alındığı zaman çevresel koşullara uygun doğal yalıtım sistemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile her türlü konfor koşulunun yapay sistemlerle oluşturulabileceği fikri zamanla geleneksel yalıtım sistemlerine

önem verilmemesine ve enerjinin tükenmeyecek gibi harcanmasına sebep olmuştur. Ancak günümüzde enerji kaynaklarının giderek azalması tüm gelişmiş ülkelerde yalıtım ve enerjinin etkin kullanımı konularına önem verilerek çözüm sağlanması gerekliliğini güncel hale getirmiştir. Bina kabuğunda ısı yalıtım uygulamaları konusu Enerji verimliliği ve sürdürülebilir yapay çevre açısından ele alınmaktadır. Enerji verimliliği kapsamında mevcut binalarda ısı yalıtım uygulamaları hem mühendislik bilimi hem de mevzuat anlamında değerlendirilmiştir. Bayraktar ve Bayraktar (2016); Demirbas (2001); Kaygusuz ve Kaygusuz (2004); Türkmen (2016) Birincil enerji kaynaklarının ülkemizde yetersiz olduğu ve hızla artan enerji talebinin ithalat ile sağladığı görülmektedir. Enerji ihtiyacının %60-65'lik bir kısmı ithal edilmektedir. Türkiye'nin yıllık enerji talebi yıllık %6-7 oranında artmaktadır. Sera gazı emisyonlarının CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak %70'i enerjiden kaynaklıdır. Bu enerjinin de %40'ı binalarda kullanılmaktadır. Dolayısıyla sera gazı emisyonlarının %28'i binalardan kaynaklıdır. Demirbas (2001); Kaygusuz ve Kaygusuz (2004); Türkmen (2016)

Isı yalıtımı, binalarda soğutma ve ısıtma için en etkili enerji tasarrufu önlemlerinden birisi olarak mühendislik uygulamalarında başlıca işlenen bir tasarruf yöntemi şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Isı yalıtımının önemi literatürdeki birçok çalışmada sayısal ve deneysel olarak çalışılarak gösterilmektedir. Akyol (2006) yaptığı çalışmada Atatürk Üniversitesi Kampüsünde bulunan aynı tipteki dış duvarlarında ısı yalıtımı bulunmayan iki binanın birine yalıtım uygulayarak yalıtımlı ve yalıtımsız iki bina arasındaki enerji ekserji analizlerini karşılaştırmıştır. Yalıtımlı binanın yalıtımsız binaya göre ısı kayıpları ise %81 oranında azaldığı, %51.3 daha az ısı enerjisi tükettiği görülmüştür.

Yılmaz (2012), iki farklı bölgede bulunan Erzincan ve Konya illerinde farklı konum ve yapılarda 10'ar bina ele alarak yalıtımsız ve yalıtımlı enerji ihtiyaçlarını karşılaştırmıştır. En fazla yoğunlaşmanın nerelerde görüleceğini yoğunlaşma grafikleri ile göstermiştir. Isı yalıtımı sadece ülkemizde değil dünya genelinde çok önemli bir tasarruf biçimi olduğundan sürekli geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. İsmail (2012) yaptığı çalışmada Türkiye ve Yunanistan'da yapılan yalıtımları karşılaştırmıştır. Her ülkenin belirli standartları olduğu göz önüne alınarak değişken iklim şartları, maliyet gibi etmenler dikkate alınarak maliyet ve geri ödeme süreleri karşılaştırılmıştır. Yapılan yalıtımların denetimi ve enerji tasarrufunun hesaplanabilmesi için Türkiye'de TS 825 standardı kullanılmaktadır. Çalışmalar incelendiğinde TS 825 standardına uygun yalıtımın sağladığı enerji tasarrufu açıkça görülebilmektedir. Özutku (2012), çalışmasında Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binasının kış sezonu için ısıtma enerjisi ihtiyacı belirleyerek TS 825 standardına uygunluğunu göstererek binanın mevcut yapısal durumunda ısı ekonomisi ve ısı konforu sağlamak için alternatif uygulamalar ve çözüm önerilerine değinmiştir.

Yalıtım yapılırken dikkat edilmesi gereken birçok parametre mevcuttur. Bina yapısı (işletme özellikleri de dahil olarak) dikkate alınarak uygun malzeme seçimi ve malzeme kalınlığı tespitinin önemli olduğu kadar, doğru bir biçimde yalıtımın uygulanması da çok önemlidir. Chasan (2013) Türkiye'de yaygın olarak kullanılan tuğla, gaz beton, bimsblok kullanılarak oluşturulan duvar sistemlerinde dışarıdan yalıtım uygulamasında dolgu malzemesi ve yalıtım malzemesi EPS, XPS, MW değiştirildiğinde sıcaklık, nem ve su içeriğinin nasıl değiştiğini irdelediği çalışmasında her yapı ve yalıtım malzemesinde farklı sonuçlar elde etmiştir.

Malzeme seçimi yalıtım uygulamasında son derece önem taşımaktadır. Kocagül (2013) yaptığı çalışmada malzeme seçiminin önemine dikkat çekerek EPS, XPS, Taş Yününün ısı transferine etkisini ve kullanılabilirlikleri incelemiştir. Elazığ Fırat Üniversitesi içerisinde 4 türdeş deney odası yapılmış olup içerisi eşit şekilde soğutulmuştur. Deney odasından biri yalıtımsız olarak diğer üç oda Elâzığ ilinde yaygın olarak kullanılan yalıtım malzemeleriyle kaplanmıştır. Yalıtımsız ve yalıtımlı deney odalarından iç ortam, dış ortam, iç yüzey, dış yüzey ve yalıtımlı profillerde yalıtım ile duvar arasında ölçüm alınmıştır. Ayrıca güneş ışınım şiddeti, nem miktarı ve rüzgâr hızı ölçülmüştür ve bu ölçümler sonucunda Elazığ ili için en ideal yalıtım malzemesi belirlenmiştir.

Malzeme seçimi kadar seçilen malzemenin kalınlığı da çok önemlidir. Optimum kalınlık belirlenmeden yapılan uygulamalarda istenilen performans elde edilememektedir. Fırat (2013) Erzinan ilinde yaptığı çalışmada XPS yalıtım malzemesi kullanarak 4 cm, 5 cm ve 8 cm yalıtım kalınlığı kullanılarak ne kadar enerji tasarrufu edilebileceğini çalışarak yalıtım kalınlığının oluşturduğu farkı gözler önüne sermiştir. Açikkalp ve Kandemir (2019) Bilecik ili için yaptıkları çalışmada yalıtım malzemesi olarak can yünü ve taş yünü kullanmıştır. Çalışma 3 farklı method kullanılarak yapılmıştır. Kombine ekonomik ve çevre metoduyla çalışıldığında optimum kalınlığı 0.176m olarak bulmuştur. Ekonomik yaklaşımla çalışıldığında 0.140m, çevreci yaklaşımla çalışıldığında 0.467m optimum yalıtım kalınlığı bulmuştur. Amiri çalışmasında ofis binası belirleyerek enerji, ekonomi, ve çevresel yaklaşımı içeren 3E metodunu kullanarak farklı malzemeler için optimum yalıtım kalınlığı elde etmiştir. Poliüretan için 8 cm, EPS için 20 cm, Taş yünü için 7 cm ve mineral yünü için 11 cm optimum kalınlık elde etmiştir.

Optimum kalınlık belirlenirken kullanılan bazı yöntemler bulunmaktadır. Badescu and Zamfir (1999) çalışmasında Derece-Gün, Derece-Saat, Bin veri, Ortalama Sıcaklık ve aylık-ortalama sıcaklık yöntemlerini kullanarak Romanya'da 29 şehir için optimum kalınlık belirlemiştir. Çalışmaları sonucunda en iyi yöntemin Derece-Gün yöntemi olduğu görülmüştür. Özel and Pihili (2008) Derece-Gün yöntemini kullanarak Adana, Elazığ, Erzurum, İstanbul ve İzmir illeri için XPS yalıtım malzemesinde optimum yalıtım kalınlığını hesaplamışlardır. Kurekci (2016) ise çalışmasında Türkiye'nin 81 ili için 5 farklı yakıt ve 5 farklı yalıtım malzemesi kullanarak Derece-Gün yöntemi ile her şehir için optimum kalınlık belirlemiştir.

Derece-Gün yöntemi ile ilgili yapılan en kapsamlı çalışmalardan biri olan Büyükalaca, Bulut and Yılmaz (2001) hesaplamalarında 5 farklı sıcaklık baz alarak çalışmışlardır. 5 farklı sıcaklık ve 78 şehir için yapılan bu çalışmada bölgeler arası farklar, sıcaklıklar sebebiyle oluşan değişiklikler net bir şekilde görülebilmektedir. Kaynaklı, Özdemir ve Karamangil (2012) çalışmalarında diğer Derece-Gün yöntemi çalışmalarından farklı olarak güneş ışınımını dikkate almış ve binanın dış duvarlarına uygulanacak yalıtım kalınlığının yöne bağlı değişimini incelemişlerdir. Çalışmada örnek olarak İstanbul ili ele alınmış, ortalama hava sıcaklığı ölçümlerinden ve hesaplanan güneş ışınımı değerlerinden hareketle binanın farklı yönleri için optimum yalıtım kalınlıkları belirlenmiştir. Sonuç olarak, sadece dış hava sıcaklık verilerine dayanan toplam DG sayısı 1827 iken güneş ışınımı dikkate alındığında doğu, batı, kuzey ve güneye bakan dik yüzeyler için sırasıyla 1633, 1628, 1719 ve 1535 elde edilmiştir.

Bu çalışmada Derece-Gün yöntemi ile güneş ışınımının etkisi dikkate alınarak dış duvarlara uygulanacak yalıtım kalınlığının belirlenmesi yöntemi incelenmiştir. Daha sonra Erzincan ili için optimum yalıtım kalınlığı değerinin belirlenmesinde bu yöntemin kullanımı amaçlanmaktadır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yalıtım kalınlığı belirlenirken gereken en önemli parametre olan ısı kaybı miktarı güneş ışınımı baz alınarak derece-gün yöntemi ile belirlenmesi ve optimum kalınlık hesabı irdelenmiştir.

### 2.1. Toplam Isı Transfer Katsayısının Saptanması

Tipik yalıtım yapılan bir duvar için toplam ısı transfer katsayısı, U,

$$U = \frac{1}{R_{duvar} + R_y} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada  $R_{duvar}$  ( $m^2K/W$ ) yalıtımsız duvarın toplam ısıl direnci olup;

$$R_{duvar} = \frac{1}{h_i} + \frac{d}{k_{duvar}} + \frac{1}{h_d} \quad (2)$$

$h_i$  ( $W/m^2K$ ) iç duvardaki taşınım katsayısı,  $h_d$  ( $W/m^2K$ ) dış duvardaki ısı taşınım katsayısı,  $d$  (m) duvar malzemesinin kalınlığı,  $k_{duvar}$  ( $W/mK$ ) ise duvar malzemesinin ısıl iletkenlik katsayısıdır.  $R_{yalıtım}$  ( $m^2K/W$ ) ise yalıtım malzemesinin ısıl direnci;

$$R_{yalıtım} = \frac{x}{k_y} \quad (3)$$

bağıntısı ile bulunabilmektedir.  $x$  (m) yalıtım malzemesinin kalınlığı,  $k_y$  ( $W/mK$ ) ise yalıtım malzemesinin ısıl iletkenlik katsayısıdır. Son olarak ısı transfer katsayısı;

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d}{k_{duvar}} + \frac{x}{k_y} + \frac{1}{h_d}} \quad (4)$$

şeklinde tanımlanabilir.

### 2.2. Güneş Radyasyonu Dikkate Alınarak Derece-Gün (DG) yöntemi

Enerji ihtiyacının yaklaşık olarak belirlenmesi için kullanılan en sık kullanılan yöntemlerden biri de DG 'dür. DG değeri belirli bir referans sıcaklık ( $T_b$ ) dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Binanın yapısal özellikleri duvar tipi, yalıtım durumu, hava sızıntıları, güneş ışınımı durumu,

iklim koşulları ve bina kullanıcılarının kişisel tercihleri gibi birçok faktör referans sıcaklığının belirlenmesinde etki göstermektedir.(TOLUN 2010). Derece-Gün yöntemi ;

$$DG = \sum_1^N (T_i - T_o) \quad (T_o \leq T_b) \quad (5)$$

Şeklinde tanımlanmaktadır. Burada N ısıtma yapılan toplam gün sayısı,  $T_i$  iç ortam sıcaklığı,  $T_o$  dış ortamın günlük ortalama sıcaklığıdır ve meteorolojik veriler kullanılmaktadır. Güneş ışıını dikkate alındığında ise DG iki eşitsizlikle tanımlanmaktadır.DG iki eşitsizlikle tanımlanmaktadır.

$$DG = \sum_1^N T_b - T_{(g-h)} \quad (6)$$

$$DG = 0 \quad (7)$$

N gün sayısı (yıl olarak çalışılacağından 365 alınmaktadır.)  $T_b$  (°C) referans sıcaklığı,  $T_{(g-h)}$  (°C) güneş-hava sıcaklığıdır.  $T_{(g-h)}$  (°C) sıcaklığı ortalama dış ortam sıcaklığına güneş radyasyonunun eklenmesi ile bulunmaktadır.

### 2.3. Güneş Işınıını Değerlerinin Elde Edilmesi

Güneş ışıınıını hesaplanırken yüzeyler yatay ve dikey yüzeyler olarak iki ayrı grupta incelenmektedir. Yatay yüzeylere gelen güneş ışıınıını hesaplanırken ilk olarak  $\dot{q}_{o,h}$  (W/m<sup>2</sup>) atmosfer dışında yatay yüzeye gelen günlük güneş ışıınıını değerleri ;

$$\dot{q}_{o,h} = \frac{G_{sc}}{\pi} \left[ 1 + 0.033 \cos \left( \frac{360n}{365} \right) \right] \left[ \cos \phi \cos \delta \sin \omega_s + \frac{2\pi\omega_s}{360} \sin \phi \sin \delta \right] \quad (8)$$

$G_{sc}$  (W/m<sup>2</sup>) güneş sabiti,  $\phi$  enlem açısı,  $\delta$  deklinasyon açısı,  $\omega_s$  güneş batış açısı kabul edilerek elde edilir. Yatay yüzeye gelen günlük toplam güneş ışıınıını  $\dot{q}_h$  (W/m<sup>2</sup>) ;

$$\frac{\dot{q}_h}{\dot{q}_{o,h}} = \left( a + b \frac{n}{N} \right) \quad (9)$$

bağıntısı ile bulunmaktadır.  $n/N$  sayısı izafi güneşlenme süresi olarak adlandırılmaktadır.

Kaynaklarda bölge ve aylara göre  $n/N$  değerleri verilmektedir.  $\dot{q}_h / \dot{q}_{o,h}$  berraklık indeksi ( $K_T$ )

olarak bilinmektedir. Bağıntıda yer alan a ve b bölgelere göre farklılık gösteren ampirik sabitlerdir. Türkiye için;

$$a = 0.103 + 0.000017Z + 0.198 \cos(\phi - \delta) \quad (10)$$

$$b = 0.533 - 0.165 \cos(\phi - \delta) \quad (11)$$

Rakıma ( $Z$ ) bağlı olarak verilen (9) ve (10) denklemleri kullanılmaktadır. Yatay yüzeye gelen günlük yayılı güneş ışınımını  $\dot{q}_{h,d}$  ( $W/m^2$ ) hesaplarken berraklık indeksi ( $K_T$ ) kullanılır.

$$\dot{q}_{h,d} = \dot{q}_h(0.703 - 0.414K_T - 0.428K_T^2) \quad (12)$$

Güneş ışınım etkisi araştırılırken Direkt güneş ışınımının geliş açısı ( $\theta$ ) kullanılmaktadır. Direkt güneş ışınımının geliş açısı yönler bağı olarak değişiklik göstermektedir. Direkt güneş ışınımının geliş açısının en temel denklemi;

$$\begin{aligned} \cos \theta = & \sin \delta \sin \phi \cos \beta - \sin \delta \cos \phi \sin \beta \cos \gamma + \cos \delta \cos \phi \cos \beta \cos \omega + \\ & \cos \delta \sin \phi \sin \beta \cos \gamma \cos \omega + \cos \delta \sin \gamma \sin \omega \end{aligned} \quad (13)$$

$\beta$  Eğim açısı,  $\gamma$  yüzey azimut açısı olacak şekilde tanımlanmaktadır. Yatay yüzey ( $\beta = 0^\circ$ ) için güneş geliş açısı  $\theta_z$  (Zenit Açısı);

$$\theta_z = \cos \delta \cos \phi \cos \omega + \sin \delta \sin \phi \quad (14)$$

Dik yüzeyler için geliş açısı hesaplanırken  $\beta = 90^\circ$  kabul edilir. Bütün yönler için kullanılan bu denklemde güney içinde azimut açısı  $\gamma = 0^\circ$ , batı için  $\gamma = 90^\circ$ , kuzey için  $\gamma = 180^\circ$  ve doğu için  $\gamma = 270^\circ$  alınmaktadır. Düzeltme faktörü olan  $R_b$  hesaplanırken;

$$R_b = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z} \quad (15)$$

bağıntısı kullanılmaktadır. Dik yüzeye düşen toplam ışınım miktarı  $\dot{q}_s$  ( $W/m^2$ ) o yöne ait tüm (direkt, yayılı ve yansıyan) ışınımın toplamına eşittir. Bütün yönler için hesaplanması gerekmektedir.

$$\dot{q}_s = \dot{q}_h \left(1 - \frac{\dot{q}_{h,d}}{\dot{q}_h}\right) R_b + \dot{q}_{h,d} \left(1 + \frac{\cos \beta}{2}\right) + \dot{q}_h \rho \left(1 - \frac{\cos \beta}{2}\right) \quad (16)$$

$\rho$  yerin yansıtma oranı olup bitki örtüsü, topografik yapı ve kar durumuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Güneş ışınımının etkili olduğu güneş-hava sıcaklığı;

$$T_{g-h} = T_a + \frac{\alpha \dot{q}_s}{h_o} - \frac{\epsilon \sigma (T_a^4 - T_{surr}^4)}{h_o} \quad (17)$$

$\alpha$  yutma katsayısı,  $\sigma$  Stefan-Boltzmann sabiti,  $T_a$  günlük ortalama dış hava sıcaklığı,  $T_{surr}$  çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı olacak şekilde (16) bağıntısı kullanılarak hesaplanmaktadır.



#### 2.4. Maliyet Ve Optimum Kalınlığın Hesaplanması

Optimum kalınlık hesabı yapılırken ısıtmanın yıllık maliyeti, ömür maliyet analizi kullanılarak yapılmaktadır. Birim yüzey alan için ısıtmanın yıllık maliyeti hesaplanırken;

$$C_A = \frac{86400DGC_f}{\left(R_{duvar} + \frac{x}{k_y}\right)Hu\eta} \quad (18)$$

Eşitliği kullanılmaktadır.  $C_f$  yakıt maliyeti (TL/m<sup>3</sup>),  $Hu$  Yakıtın alt ısıl değeri (J/m<sup>3</sup>),  $\eta$  yakma sisteminin verimidir. Şimdiki değer (PV) , düzeltilmiş faiz oranına (  $r$  ) ve zamana bağlı olarak değişmektedir. Düzeltilmiş faiz oranı hesaplanırken;

$$r = \frac{i-g}{1+g} \quad (i > g) \quad (19)$$

$$r = \frac{g-i}{1+i} \quad (i < g) \quad (20)$$

Bağıntıları kullanılmaktadır.  $i$  faiz oranı,  $g$  enflasyon olarak tanımlanmıştır. PV değeri;

$$PV = \frac{(1+r)^{LT}-1}{r(1+r)^{LT}} \quad (21)$$

denklemleri ile elde edilmektedir. Burada LT ömür süresidir. Bir sistemin kullanım ömrü boyunca enerji maliyet analizi, Ömür Maliyet Analizi ile yapılmaktadır.

Toplam maliyet  $C_t$  (TL/m<sup>2</sup>) hesaplanırken;

$$C_A = \frac{86400DGC_fPV}{\left(R_{duvar} + \frac{x}{k_y}\right)Hu\eta} + C_{t,ins} \quad (22)$$

denklemleri kullanılmaktadır. Burada;  $C_{t,ins}$  yalıtımın toplam maliyeti (TL/m<sup>2</sup>), PV ise şimdiki değerdir. Bir yapıyı ısıtmak için harcanacak enerji maliyetini en aza indiren yalıtım kalınlığı optimum yalıtım kalınlığı olarak kabul edilmektedir. Optimum yalıtım kalınlığı, toplam maliyet denkleminin (22) yalıtım kalınlığına göre türevinin alınarak 0'a eşitlenmesi ile elde edilmektedir. Optimum kalınlık bağıntısı;

$$x_{opt} = 293.94 \left( \frac{DGC_f k_y PV}{Hu C_{ins} \eta} \right)^{1/2} - k R_{duvar} \quad (23)$$

$C_{ins}$  Yalıtım malzemesinin birim fiyatı (TL/m<sup>3</sup>) olacak şekilde elde edilmektedir.

#### SEMBOLLER

a,b : Bölgeye bağlı sabitler

$C_A$ : Birim yüzey alan için ısıtmanın yıllık maliyeti(TL/m<sup>2</sup>)

$C_f$ : Yakıt maliyeti (TL/m<sup>3</sup>)

$C_{ins}$ : Yalıtım malzemesinin birim fiyatı (TL/m<sup>3</sup>)

$C_t$ : Toplam maliyet (TL/m<sup>2</sup>)

$C_{t,ins}$ : Yalıtımın toplam maliyeti (TL/m<sup>2</sup>)

DG : Derece-Gün değeri (°C gün)

$g$ : Enflasyon oranı	$R_{duvar}$ : Yalıtımsız duvarın toplam ısı direnci ( $m^2K/W$ )
$G_{sc}$ : Güneş sabiti ( $W/m^2$ )	$T_a$ : Günlük ortalama dış hava sıcaklığı( $^{\circ}C$ )
$h_i$ : İç taraftaki ısı taşınım katsayısı ( $W/m^2K$ )	$T_b$ : Referans sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )
$h_o$ : Bileşik (taşınım-ışınım) ısı transferi katsayısı ( $W/m^2K$ )	$T_{g-h}$ : Güneş-hava sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )
$Hu$ : Yakıtın alt ısı değeri ( $J/m^3$ )	$T_{surr}$ : Çevreleyen yüzeylerin ortalama sıcaklığı ( $^{\circ}C$ )
$i$ : Faiz oranı	$U$ : Toplam ısı geçiş katsayısı ( $W/m^2K$ )
$k$ : Yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısı ( $W/mK$ )	$x$ : Yalıtım malzemesinin kalınlığı (m)
$K_T$ : Berraklık indeksi	$x_{opt}$ : Optimum yalıtım kalınlığı (m)
LT : Ömür	$\alpha$ : Yutma katsayısı
$n/N$ : İzafi güneşlenme süresi	$\beta$ : Eğim açısı
PV : Şimdiki değer	$\gamma$ : Yüzey azimut açısı
$\dot{q}_{o,h}$ : Atmosfer dışında yatay yüzeye gelen günlük güneş ışınlamı ( $W/m^2$ )	$\delta$ : Deklinasyon açısı
$\dot{q}_h$ : Yatay yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınlamı ( $W/m^2$ )	$\varepsilon$ : Yüzeyin yayma katsayısı
$\dot{q}_{h,d}$ : Yatay yüzeye gelen günlük yayılı güneş ışınlamı ( $W/m^2$ )	$\eta$ : Yakma sisteminin verimi
$\dot{q}_s$ : Eğik yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınlamı ( $W/m^2$ )	$\theta$ : Güneş geliş açısı
$r$ : Düzeltilmiş faiz oranı	$\theta_z$ : Zenit açısı
$R_b$ : Geometrik faktör	$\rho$ : Yerin yansıtma oranı

### KAYNAKÇA

- Açikkalp, Emin And Süheyla Yerel Kandemir. 2019. "A Method For Determining Optimum Insulation Thickness: Combined Economic And Environmental Method." *Thermal Science And Engineering Progress* 11(April):249–53.
- Akyol, Tuğrul. 2006. "Binaların Isı Yalıtımında Enerji Ve Ekserji Analizi."
- Badescu, Viorel And Elena Zamfir. 1999. "Degree-Days, Degree-Hours And Ambient Temperature Bin Data From Monthly-Average Temperatures (Romania)." *Energy Conversion And Management* 40(8):885–900.
- Bayraktar, Deniz And Emre Artun Bayraktar. 2016. "Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı Uygulamalarının Değerlendirilmesi To Assess The Applications Of Thermal Insulation

- İn Existing Buildings.” 7(1):59–66.
- Büyükalaca, Orhan, Hüsamettin Bulut, And Tuncay Yılmaz. 2001. “Analysis Of Variable-Base Heating And Cooling Degree-Days For Turkey.” *Applied Energy* 69(4):269–83.
- Chasan, Selnta. 2013. “Dış Cephe Bitirme Sistemlerinde Isı Yalıtımının Sıcaklık Ve Nem Performansına Etkisinin İncelenmesi.”
- Demirbas, Ayhan. 2001. “Energy Balance, Energy Sources, Energy Policy, Future Developments And Energy Investments İn Turkey.” *Energy Conversion And Management* 42(10):1239–58.
- Fırat, İlker. 2013. “Erzincan İlindeki Binalarda Isı Yalıtım Uygulamaları Ve Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna Etkisinin Ekonomik Analizi.”
- İsmail, Simpel. 2012. “Enerji Verimli Binalarda Isı Yalıtımının Toplam Bina Maliyetindeki Etkisi Yunanistan-Türkiye Karşılaştırması.” Trakya Üniversitesi.
- Kaygusuz, Kamıl And Abdullah Kaygusuz. 2004. “Energy And Sustainable Development. Part I: Environmental Impacts Of Energy Use.” *Energy Sources* 26(11):1071–82.
- Kaynaklı, Ömer, Sevcan Özdemir, And M. İhsan Karamangil. 2012. “Güneş Işınımı Ve Duvar Yönü Dikkate Alınarak Optimum Isıl Yalıtım Kalınlığının Belirlenmesi Ömer.” 27(2):367–74.
- Kocagül, Murat. 2013. “Isı Yalıtımında İdeal Yalıtım Malzemesi Kullanılmasının Deneysel Araştırılması.”
- Kurekci, Nuri Alpay. 2016. “Determination Of Optimum Insulation Thickness For Building Walls By Using Heating And Cooling Degree-Day Values Of All Turkey’s Provincial Centers.” *Energy And Buildings* 118(825):197–213.
- Özel, Meral And Kazım Pihtili. 2008. “Determination Of Optimum Insulation Thickness By Using Heating And Cooling Degree-Day Values Isıtma Ve Soğutma Derece-Gün Değerlerini Kullanarak Optimum Yalıtım Kalınlığının Belirlenmesi.” (424):191–97.
- Özgür, Yaman, Şengül Özkan, Selçuk Haluk, Çalıkluş Osman, Kara İlkay, Erdem Şükrü, And Özgür Demet. 2015. “Binalarda Isı Yalıtımı Ve Isı Yalıtım Malzemeleri.” 62–75.
- Özutku, Onur. 2012. “Binalarda Isı Yalıtımı Yoluyla Enerji Tasarrufu Mkü Mühendislik Fakültesi Binası.” Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Tolun, Metin. 2010. “Farklı Derece-Gün Bölgeleri İçin Yalıtım Probleminin İncelenmesi.”
- Türkmen, Mehmet. 2016. “Bina Kabuğunda Isı Yalıtımı Uygulamalarının Yapısal Performansı ve Etkinliğinin İstanbul’da Bir Alan Çalışması İle İncelenmesi.”
- Yılmaz, Arzu. 2012. “Apartmanların Dış Kabuğuna Uygulanan Isı Yalıtımının Bina Enerji Performansına Etkisi (Konya Ve Erzincan Örneği).”

## EFFECT OF ADDING POLYAMIDE FIBER ON THE PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITES

Lecturer Hasan POLAT<sup>1</sup>,

Assist. Prof. Meral OLTULU<sup>2</sup>,

Ibrahim ALAMERI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Bingöl University, Turkey

<sup>2</sup>Department of Civil Engineering, Atatürk University, Turkey

### Abstract

Nowadays, studies are carried out polymer matrix materials that can replace ceramic matrix building materials. The use of fibrous materials is also an important issue to improve the high-mechanical properties of polymer matrix materials. In this study, mechanical properties of 28-day samples were investigated by using polyamide fiber (PA) in polymer matrix with different ratios (0.2, 0.4, 0.6, 0.8%). The highest compressive strength was observed on 0.4% PA addition of polymer composites, with a decrease in mechanical properties at higher ratios.

**Keywords:** polymer composite, polyamide fiber, mechanical properties

### 1. INTRODUCTION

Conventional concrete (CC) uses cement as the primary binder. In contrast, the polymer composite (PC) replaces cement with the polymer binder which replaces cement hydration with polymerization. As a result, the PC exhibits minimal cracking and is known for its rapid cure, strong bonding to various surfaces and superior resistance to chemicals and abrasion (Douba et al, 2019).

Generally, the binder is a polymer which reacts with the hardener and binds the aggregates into an artificial structure. Different filler types can be used as such fly ash, silica fume, rubber powder, etc. (Zanvettor et al., 2019).

Recently, various types of reinforced fibers have been developed, including organic fibers (polyethylene fiber (PE), polyvinyl alcohol fiber (PVA), polypropylene fiber (PP), and nylon fiber (NY) etc.), carbon fiber, and textile fiber (Kim et al., 2019).

Polyamide fibers (PA) are a product of thermoplastics and have high strength, good chemical and electrical properties, low coefficient of friction, high resistance to abrasion and the ability to preserve properties at high temperatures. Micro and macro PA fibers are produced in the form of staple and filament fibers, respectively. Both types of fibers consist of polymers of long chain polyamides. Although PA micro fibers have superior results in the prevention of shrinkage cracks at early ages, PA fibers are particularly effective in increasing axial load capacity and post-peak behavior of concretes. Easy mixing and applicability allows to be used

in various construction applications including repair mortars, concrete slabs, screed, shotcrete, tunnel cladding and precast concrete components. Micro and macro PA fibers provide long-term durability, resistance to corrosion, ease of application, pumping and spraying results in energy savings. In addition, PA fibers have higher tensile strength than polypropylene and polyethylene fibers (Guler, 2018). Based on the above-mentioned properties and the lack of this study in the literature this study aimed to examine the behavior of PA added to the polymer concrete matrix under compressive and flexural loading.

## **2. MATERIAL**

### **2.1. Matrix Material**

Polymer composites consists of the combination of the matrix material and the phase, polymer with properties listed in table 1 as a matrix, mekp (methyl ethyl ketone peroxide) as curing agent, cobalt as reaction accelerator and mold release wax for the removal of produced samples. For the samples, resin, mekp and cobalt are combined so that the polymerization process is carried out and the samples are hardened after the addition of the phase material. In this study, a polipol 314 filler type polyester resin with  $1.113 \text{ g/cm}^3$  unit weight is used.

**Table 1** Polyester resin properties

<b>TEST</b>	<b>METHOD</b>	<b>VALUE</b>
Color	ISO 2211	Light gray, Opaque
Acid Value	ISO 2114	11 mg KOH/gr
Viscosity 1 Brookfield	ISO 2555	1450 cp
Gel time	ISO 2535	16'
Monomer Ratio	-	%33
Flash Point	Abel - Pernsky	34°C

Mekp with a unit weight of  $1.17 \text{ g/cm}^3$  was used as a hardener. It is suitable for curing resins with mekp cobalt accelerator and has the feature of fast gelation and curing. Cobalt with a unit weight of  $0.92 \text{ g/cm}^3$  was used for curing the unsaturated polyester resins at room temperature.

### **2.2. Structural Fiber**

In this study, polyamide fiber shown in figure 2 is used as building fiber. These fibers were used at a length of 20 mm, not exceeding 1/3 of the smallest mold size (70mm). The slenderness ( $l/d$ ) and unit weight ( $\text{g/cm}^3$ ) of Polyamide fiber are 36.4 and 1.14, respectively.



**Figure 2** Polyamide fiber

### 3. METHOD

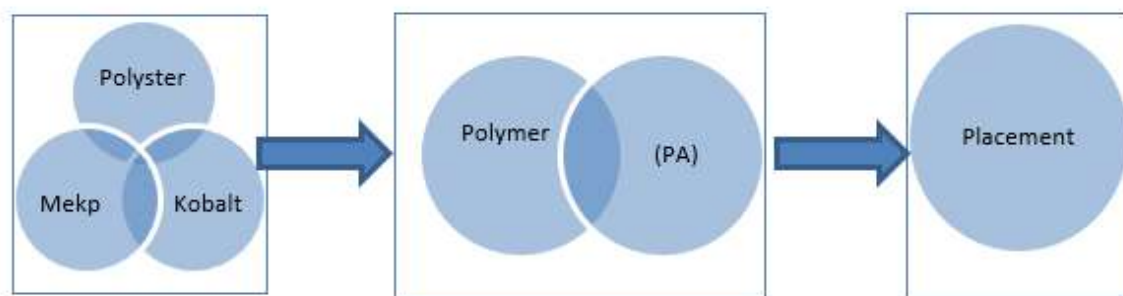
#### 3.1. Production of Mixtures

Polymer composites are produced with polyamide fiber and polyester resin. The polyamide fiber took as a percentage of the volume of the mixture. Table 2 shows the mixing ratios.

**Table 2** Polymer composites mixing ratios (Volume %)

Groups	Polyester (%)	Kobalt (%)	Mekp (%)	Polyamide Fiber (%)
<b>PFRP2</b>	98.6	0.2	1	0.2
<b>PFRP4</b>	98.4	0.2	1	0.4
<b>PFRP6</b>	98.2	0.2	1	0.6
<b>PFRP8</b>	98	0.2	1	0.8

The polymer matrix (resin, mech, kobalt) mixed for 300 s then the fibers added and mixed for 300s. After that mix placed in the mold within 300 s and subjected to hand compression. The mixing process is shown in figure 3.



Polymer Matrix Production (300s) Phase matrix combination (300s) Placement (300s)

**Figure 3** Polymer composite production process

For each group of polymer composites 3 cubes of  $5 \times 5 \times 5$  cm samples and 3 prizm of  $4 \times 4 \times 16$  cm samples were produced and cured at room temperature for 28 days. At the end of

28th day, unit weight and undamaged mechanical properties tests were performed for compressive and flexural tensile strength tests. Unit weight test was performed according to TS EN 1015-10 (Anonymous, 2001).

### 3.2. Compressive and Bending Tensile Strength Test

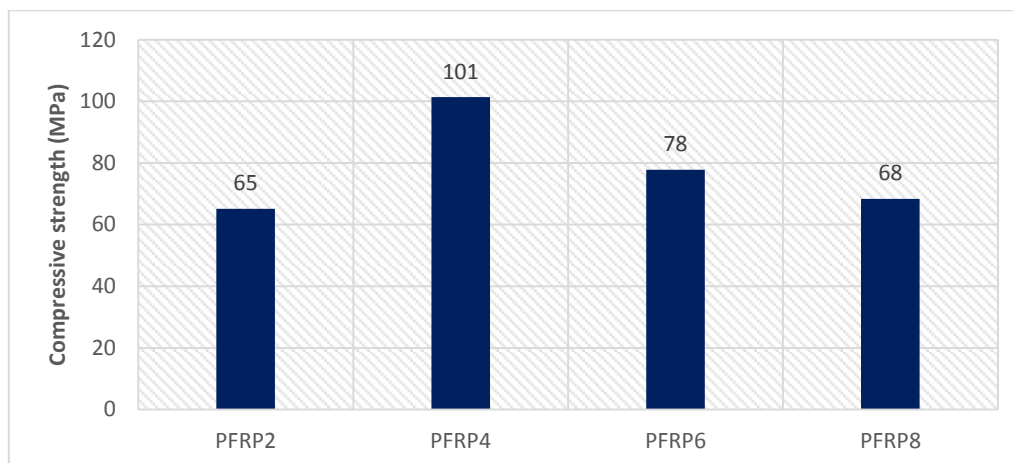
Compressive strength values of the samples were determined by the compressive strength test on 28 day samples. The compressive strength test was performed according to TS EN 12390-3 (Anonymous, 2010) and flexural strength test according to TS EN 12390-5 (Anonymous, 2010). The automatic loading speed controlled press used is shown in figure 4.



**Figure 4** Automatic loading speed controlled press

## 4. Results and Discussion

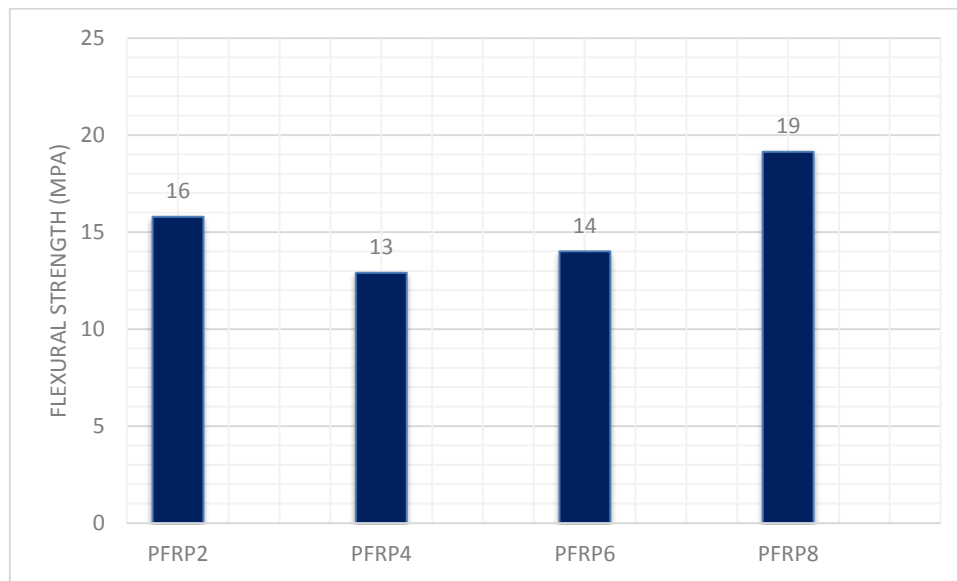
The compressive strength values of the composites are shown in figure 5. Compressive strength results show that the lowest value observed in the PFRP2 group and the highest value observed in the PFRP4 group. With respect to PFRP2, the compressive strength increased by 55, 20, and 5% for PFRP4, PFRP6, and PFRP8, respectively.



**Figure 5** Compressive strength results

The flexural strength values are given in figure 6. When the graphs are examined, the flexural strength values generally increase as the PA ratio increases. The lowest value is the strength value of the PFRP4 group and the highest value is obtained in the PFRP8 group. No similar correlation was found between compressive and flexural strength. Flexural strength was

highest at 0.8% PA. With respect to PFRP4, the flexural strength increased by 23, 8, and 46% for PFRP2, PFRP6, and PFRP8, respectively.



**Figure 6** Flexural strength results

## 5. CONCLUSION

The results of this study based on the compressive strength and flexural strength tests on polymer composite samples produced by using different PA ratios yielded the following results:

1. When the compressive strength values were examined, the highest compressive strength value observed in groups containing 0.4 PA. And when the flexural strength was examined the strength values generally increase as the PA ratio increases and the highest value is obtained in the PFRP8 group.
2. For further studies, in order to improve the properties of polymer composites, different types and proportions of polymer matrix and fibers should be used to examine their properties, and even suggested hybrid fiber conditions for cemented composites should be investigated.
3. The durability properties of the polyamide fiber on the properties of polymer composites may be studied. Also, the microstructure can be studied for good understand the behavior of PA fiber with the polymer matrix.

## REFERENCES

- A. Douba, M. Emiroglu, U. F. Kandil, M. M. R. Taha, Very ductile polymer concrete using carbon nanotubes, *Construction and Building Materials* 196 (2019) 468–477.
- G. Zanvettor, M. Barbuta, A. Rotaru, L. Bejan, The tensile properties of green polymer concrete, *Procedia Manufacturing*, 32 (2019) 248-252.
- H. Kim, G. Kim, S. Lee, M. Son, G. Choe, J. Nam, Strain rate effects on the compressive and tensile behavior of bundle-type polyamide fiber-reinforced cementitious composites, *Composites Part B* 160 (2019) 50–65.



- S. Guler, The effect of polyamide fibers on the strength and toughness properties of structural lightweight aggregate concrete, *Construction and Building Materials* 173 (2018) 394–402.
- TS EN 1015-10 (2001). Kâgir Harcı-Deney Metotları- Bölüm 10: Sertleşmiş Harcın Boşluklu Kuru Birim Hacim Kütlelerinin Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-3, 2010. Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımını Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- TS EN 12390-5, 2010. Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 5: Deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 13791, 2010. Basınç Dayanımın Yapılar ve Ön dökümlü Beton Bileşenlerinde Yerinde Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

## ELEKTRİK PİYASASI KANUNUNDA DEĞİŞİKLİK: GÜNEŞ ENERJİLİ ÇATILAR

Dr. Öğr. Üyesi Aysun ALTIKAT

Iğdır Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Dünya üzerinde gelişmişlik düzeyi enerji ile ölçülmektedir. Hem sahip olunan enerji miktarının hem de tüketim düzeyinin yüksekliği gelişmişlik göstergesidir. Ancak tüm bunların yanında kaynakların verimli kullanımı ve enerji üretiminde çevreci yaklaşımlar, doğal kaynakların artan talep karşısında maruz kaldığı baskı sonucu önemini artırmıştır. Özellikle enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgi artmış, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı için kamusal teşvikler oluşturulmuştur. Bu kapsamda enerji bakımından büyük ölçüde dışa bağımlı olan ülkemizde de son dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji ihtiyacının teminindeki payının artırılması maksadıyla belli bazı düzenlemelere gidilmiştir. Bu düzenlemelerden belki de en önemlisi Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından 2013 ve 2018 tarihleri arasında yapılan kanun, yönetmelik ve tebliğlerdir.

Bu çalışmada bahsedilen süreçte son olarak 18 Ocak 2018 tarihli ve 30305 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan “Elektrik Piyasasında Tüketim Tesisi İle Aynı Ölçüm Noktasından Bağlı Ve Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisleri İçin Lisanssız Üretim Başvurularına Ve İhtiyaç Fazlası Enerjinin Değerlendirilmesine İlişkin Usul ve Esaslar” uyarınca belirlenen kanun hükümlerine uygun tesislerin başvuru süreçleri değerlendirilmiştir. Kanunun uygulamada bulacağı karşılığın enerji dışa bağımlılığı azaltacağı öngörülmektedir. Gerçek kişileri dağıtım şirketlerinden aldıkları/harcadıkları tüketim miktarı ve kurulu güç üst limiti ile sınırlayan kanun, İmdat gruplarını, İletim ya da dağıtım sistemiyle bağlantı tesis etmeden izole çalışan üretim tesislerini, Ürettiği enerjinin tamamını iletim veya dağıtım sistemine vermeden kullanan, üretimi ve tüketimi aynı ölçüm noktasında olan, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerini, Bakanlıkça belirlenecek verimlilik değerini sağlayan kategorideki kojenerasyon tesislerini, Belediyelerin katı atık tesisleri ile arıtma tesisi çamurlarının bertarafında kullanılmak üzere kurulan üretim tesislerini, Sermayesinin yarısından fazlası doğrudan veya dolaylı olarak belediyeye ait olan tüzel kişilerce kurulan üretim tesislerini ise bu sınırlamanın dışında tutmaktadır. Kamuda en yüksek maliyetlerin enerji tüketim kaynaklı olduğu dikkate alındığında, kurulacak tesislerin kısa sürede kendilerini amorti edeceği ve hatta kamusal kar sağlayacağı da görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneş enerji santrali, yenilenebilir enerji kaynakları, enerji mevzuatı, lisanssız enerji üretimi

## CHANGES IN THE LEGISLATION OF ELECTRICITY MARKET: SOLAR POWERED ROOFS

### ABSTRACT

The level of development on the world is measured by energy. Both the amount of energy owned and the high level of consumption are indicators of development. However, the efficient use of resources and environmentalist approaches in energy production have gained ground as a result of the pressure are exposed on natural resources. Particularly in energy production, interest in renewable energy sources has increased and public incentives have

been created for effective use of renewable energy resources. In this context, in our country, which is highly dependent on foreign energy, some regulations have been made in order to increase the share of renewable energy sources in the power supply. Perhaps the most important of these regulations are the laws, regulations and communiques made by the Energy Market Regulatory Authority between 2013 and 2018.

In this study, the application processes of the facilities in accordance with the provisions of the law determined in accordance with the “Procedures and Principles Regarding the Evaluation of Unlicensed Production Applications and Required Energy for Production Plants Based on Solar Energy Based on the Consumption Facility at the Electricity Market” published in the Official Gazette dated January 18, 2018 and numbered 30305 were evaluated. It is foreseen that the law will decrease the foreign energy dependence. The law restricts the real persons with the consumption amount from the distribution companies and the upper limit of the installed power, but the production facilities such as emergency groups, insulated without establishing a connection with the transmission or distribution system, use the whole energy without giving to the transmission or distribution system, has the same measurement point for production and consumption, based on renewable energy sources, the cogeneration facilities in the category that provide the efficiency value to be determined by the Ministry, the production facilities established for the disposal of the solid waste facilities and treatment plant sludges of the municipalities, have been out of the limitation. Considering that the highest costs in the public sector are due to energy consumption, it is seen that the facilities to be established will pay themselves off and they will even provide public profits.

**Keywords:** Solar power plant, renewable energy sources, energy legislation, unlicensed energy production

## TÜRKİYE'DE KARBONDİOKSİT GAZI ÜRETİMİ VE TİCARİ KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜLLÜCE

Atatürk Üniversitesi Erzurum Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Gaz ve Tesisatı Programı

### ÖZET

Küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine sebep olan gazlardan en önemlisi olan Karbondioksit, sanayide ve tarımda kullanılmaktadır. Doğal olarak yeraltı rezervlerinden, kimyasal reaksiyon sonucu, fosil yakıtların yanmasından ve fermantasyondan elde edilebilen bu gaz sanayide soğutma sektöründe, ısı pompalarında ve kaynak işlerinde çok önemli bir yere sahiptir. Karbondioksitin bitki gelişimi için önemli bir besin elemanı olduğu tartışılmaz bir gerçektir ve bitkilerin fotosentez olayında gereklidir. Karbondioksit düzeyi belli konsantrasyonda olduğunda seralarda yetiştirilen bitkilerin veriminde önemli verim artışına sebep olduğu araştırmalar sonucu gözlemlenmiştir. Sera içerisinde bitkiler için uygun düzeylerde yapılacak CO<sub>2</sub> gübrelemesi ile bitkilerden alınacak verimi arttırmak olasıdır.

Yeraltı kaynaklarından elde edilen doğal karbondioksit, Türkiye de başlıca Denizli Kızıldere havzası, Niğde Kemerhisar havzası ve Aksaray havzasında üretilmektedir. Bu yataklar Orta Avrupa Ülkeleriyle birlikte dünyanın en zengin doğal karbondioksit sahalarıdır. Türkiye'de jeotermal kaynaklar nispeten yüksek ve sürekli bir CO<sub>2</sub> salımı özelliğine sahiptir. Jeotermal enerji santrallerinde üretilen enerjinin yüksek karbon yoğunluğu sahip olmasına sebep olmaktadır. Bu durum CO<sub>2</sub> emisyonlarının artmasına ve iklim değişikliğine etkilerini azaltmak için, CO<sub>2</sub> 'ye yararlı bir şekilde yaklaşmak, onu geçici veya kalıcı olarak kullanmak ve depolamasını sağlamak gerekmektedir.

Bu çalışma; CO<sub>2</sub>' nin elde edilmesi, kullanım şekillerini inceleyerek bu gazın kullanımında çeşitli teknolojilere, ekonomik potansiyellerle alakalı bilgiler sunmak, CO<sub>2</sub> 'nin ticari kullanımını açısından Türkiye için en uygun seçenekleri incelemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karbondioksit, karbondioksit kullanımı, karbondioksit üretimi

## SUMMARY

Carbon dioxide, which is one of the most important gases causing global warming and climate change, is used in industry and agriculture. This gas, which is naturally derived from underground reserves, as a result of chemical reaction, from the combustion of fossil fuels and from fermentation, has a very important place in the cooling industry, heat pumps and welding works. It is an indispensable fact that carbon dioxide is an important nutrient for plant growth and is required in the photosynthesis event of plants. When the level of carbon dioxide is at a certain concentration, it has been observed that the results of the studies that cause significant yield increase in the yield of the plants grown in greenhouses. It is possible to increase the yield from plants by CO<sub>2</sub> fertilization to be done in suitable levels for the plants in the greenhouse.

natural carbon dioxide obtained from underground sources, mainly in Turkey Denizli Kızıldere basin, Niğde and Aksaray are produced in Kemerhisar watershed basin. These deposits are the richest natural carbon dioxide fields in the world with Central European Countries. geothermal resources in Turkey has a relatively high CO<sub>2</sub> emissions and a constant feature. The energy produced in geothermal power plants causes high carbon density. In order to reduce the impact of CO<sub>2</sub> emissions on climate change and climate change, it is necessary to approach CO<sub>2</sub> in a useful way, to use and store it temporarily or permanently.

This work; CO<sub>2</sub> is to obtain, use various technologies to examine the way in the use of these gases, to provide relevant information with economic potential, CO<sub>2</sub> is reviewing the terms of commercial use of the most appropriate options for Turkey.

**Keywords:** Carbon dioxide, carbon dioxide usage, carbon dioxide production

## YAŞANABİLİR BİR GELECEK İÇİN KARBON YAKALAMA TEKNOLOJİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin GÜLLÜCE

Atatürk Üniversitesi Erzurum Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Gaz ve Tesisatı Programı

### ÖZET

İklim değişikliği, sınır tanımayan ve gelişmişlik düzeyinden bağımsız olarak tüm ülkeleri etkilemektedir. İklim değişikliği kaynaklı yağış azalması ve toprak bozulmasının doğal kaynaklar üzerinde yarattığı baskı hem çevresel zararlara hem de ektiği topraklardan verim alamayan toplulukları göçe zorlayabilmekte, bu durum istikrarsızlıkları tetikleyerek, güvenlik risklerini beraberinde getiren sosyo-ekonomik bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. İklim değişikliğiyle mücadele, düşük karbonlu ekonomiye küresel düzeyde geçilmesi, üretim ve imalat yöntemlerini değiştirecek köklü bir dönüşüm öngörmektedir.

2020 sonrası iklim değişikliği rejiminin çerçevesini oluşturan Paris Anlaşması, iklim değişikliği tehlikesine karşı küresel sosyo-ekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesini hedeflemektedir. Paris Anlaşması'nın uzun dönemli hedefi, endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasen küresel sıcaklık artışının 2°C'nin olabildiğince altında tutulmasıdır. Bu hedef fosil yakıt (petrol, kömür) kullanımının kademeli olarak azaltılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılmasını gerektirmektedir. 2020 sonrası için anlaşmaya katılan bütün ülkeler sera gazı emisyonlarının azaltılacağı taahhüdünde bulunmuşlardır. Sera gazı salınımında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması kadar atmosfere salınan CO<sub>2</sub>'nin azaltılması da çok önem arz etmektedir.

Küresel iklim değişikliği mücadelesi kapsamında fosil yakıtların yakılması sonucu açığa çıkan karbondioksiti yakalayıp depolamak ve muhafaza etmek mümkündür. Karbon emisyonlarının yakalanması, tutulması ve depolanması teknolojileri son yıllarda oldukça geliştirilmeye başlanmıştır. Karbon tutulması sayesinde sera gazı yayılımının azaltılması ve küresel iklim değişikliklerinin yavaşlatılması mümkün olabilecektir.

Bu makale, atmosfere CO<sub>2</sub> salınımını en fazla yapan enerji santrallerinden karbonun tutulmasıyla alakalı geliştirilen teknikler hakkında güncel araştırma ve geliştirme ile alakalı bilgiler sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Karbondioksit, karbondioksit yakalama, karbondioksit depolama, iklim değişikliği

## SUMMARY

Climate change affects all countries regardless of the level of border lessness and development. Climate change-induced precipitation and soil degradation on natural resources can force communities to migrate to both the environmental damage and the lands that are not yielding, which is a socio-economic problem that triggers instability and triggers security risks. The fight against climate change envisions a radical transformation to a low-carbon economy at a global level, changing production and manufacturing methods.

The Paris Agreement, which forms the framework of the climate change regime after 2020, aims at strengthening global socio-economic resilience against the danger of climate change. The long-term aim of the Paris Agreement is to keep the global temperature rise to as low as 2 ° C as compared to the pre-industrialization period. This target requires the use of renewable energy sources by gradually decreasing the use of fossil fuels (petroleum, coal). All countries participating in the agreement for the period after 2020 pledged to reduce greenhouse gas emissions. Reduction of CO<sub>2</sub> emissions to the atmosphere as well as the use of renewable energy sources in greenhouse gas emissions is also very important.

Within the scope of the global climate change struggle, it is possible to capture and store the carbon dioxide released by burning fossil fuels. The capture, retention and storage of carbon emissions technologies have been highly developed in recent years. Reduction of greenhouse gas emissions and slowing of global climate changes will be possible through carbon sequestration.

This article provides current research and development information on the techniques involved in keeping carbon from power plants that make the most of CO<sub>2</sub> emissions to the atmosphere.

**Keywords:** Carbon dioxide, carbon dioxide capture, carbon dioxide storage, climate change

## PRESDEKİ KIRILMA YÖNÜNÜN BETON BASINÇ DAYANIMINDA ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

**Dr. Öğr. Üyesi Ömer CAN**

Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Betonun en önemli dayanım faktörü basınç dayanımıdır. Basınç dayanımının nasıl yapılacağı standartlarda detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Betonun basınç dayanımı tüm dünyada aynı şekilde yapılmaktadır. Betonun basınç dayanımını etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerde günümüze kadar yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bir betonun basınç dayanımı 28 gün sonunda silindirik beton numuneleri üzerinde belirlenmektedir. Yapılan araştırmalar neticesinde, basınç dayanımı ölçümü sırasında beton numunesine uygulanan kuvvetin etki-tepki yönü hakkında herhangi bir literatüre ulaşılamamıştır. Bu çalışmada standartlara uygun olarak silindirik beton numuneleri üzerinde basınç deneyleri yapılmış, bu deneyler sırasında bazı numuneler pres cihazına ters çevrilerek yerleştirilmiştir. Böylece beton numunesinin maruz kaldığı etki-tepki kuvvetinin yönü değiştirilerek, basınç dayanımındaki farkın ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada; 28 günlük C20 beton sınıfında ters kırılma düz kırılmaya göre % 1.5, C30 beton sınıfında ise ters kırılma düz kırılmaya göre % 18.1 daha yüksek, 90 gündeki C20 beton sınıfında ters kırılma düz kırılmaya göre % 16.9, C30 beton sınıfında ise ters kırılma düz kırılmaya göre % 11.8 daha yüksek sonuç vermiştir. Ayrıca literatürde betonun basınç dayanımını etkileyen yeni bir parametre de böylece ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Beton, pres yönü, ultrases geçiş hızı,

### INVESTIGATION ABOUT THE BREAKING DIRECTION EFFECT ON THE COMPRESSION STRENGTH OF THE CONCRETE

#### ABSTRACT

Compressive strength is the most important strength parameter of concrete. The assessment of the concrete's compressive strength is done in the same way all over the world. There are various factors that are well known to have a significant effect on the compressive strength of concrete. Up to date these factors have been researched and brought to light through many research works. The compressive strength of concrete is determined by breaking cylindrical specimen after 28 days of curing. During the compressive strength assessment, effects that are caused by the side of the concrete specimen on which the force is applied has never been mentioned in the literature up to this day. In this study, compression tests were performed on cylinder concrete specimen that fit all standards requirements. During these experiments, some specimens were placed on the compressing testing machine by reversing their sides. Thus this study's purpose is to reveal the difference in compressive strength when the specimen sides on which the force is applied are flipped. In this study, for concrete class C20 after 28 days, the flipped specimen showed 1.5 % higher compressive strength than those unflipped while for concrete class C30 the flipped specimen showed 18,1% higher compressive that those unflipped. after 90 days concrete class C20 showed 16.9% higher compressive strength than those unflipped while for concrete class C30 the flipped specimen showed 11,8% higher compressive strength than those unflipped. And this way a new parameter affecting the compressive strength of concrete is also presented in the literature.

**Keywords:** Concrete, press direction, ultrasound transition rate



## 1.GİRİŞ

Betonun en önemli mekanik özelliği basınç dayanımıdır. Bunun nedeni; beton gevrek bir malzemedir. Basit mukavemet değerleri arasında en yüksek olanı basınç, en düşük olanı çekmedir. Oranları %8 ile %14 arasındadır. Pratikte betonun hiç çekme gerilmesi olmadığı, hemen çatladığı varsayılır ve beton sadece basınca çalıştırılır. Betonun basınç dayanımı, diğer beton nitelikleriyle paralellik gösterir. Yüksek basınç dayanımlı bir beton doludur, serttir, su geçirmez, dış etkilere dayanır ve aşınmaz. Basınç dayanımı standart silindir (15 cm çap,30 cm yükseklik) veya küpler (20 cm kenarlı) üzerinde belirlenir. Basınç dayanımı, laboratuvar koşullarında olgunlaştırılan 28 günlük beton örnekleri üzerinden değerlendirilir [1]. Beton kalite kontrolünde yaygın olarak kullanılan tek eksenli basınç dayanımı deneyinde kullanılan örnek tip ve boyutu deney sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Boyut etkisi nedeniyle malzemelerin görünür dayanımları farklı boyutlardaki örnekler için değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenliği açıklamada istatistiksel yaklaşım ve enerji - kırılma mekaniği yaklaşımları kullanılmaktadır [2-4]. Herhangi bir kompozit sistemin yapısal davranışının belirlenebilmesi için ihtiyaç duyulan en temel veri, bu kompozit sistemi oluşturan yapı elemanlarının sahip olduğu malzeme özellikleridir. Diğer bir deyişle, kompozit bir sistemin genel dayanımı ve stabilitesi, bileşenleri olan malzemelerin sahip oldukları dayanımlar (basınç ve çekme) ile malzeme parametrelerinin (elastisite modülü, Poisson oranı, v.b.) değerleri ile doğrudan ilişkilidir. Buna ek olarak, sistemi oluşturan malzemelerin birbirleri arasındaki etkileşim ve aderans da kompozit sistemin davranışı açısından belirleyici olmaktadır. Ayrıca, malzeme davranışı; ortama, zamana, sıcaklığa, yükleme durumuna ve maruz kaldığı kimyasal etkilere göre büyük değişimler göstermektedir [5]. Betonun dayanım ve dayanıklılık performansı, üretimi, dökümü ve bakımı ile ilgili birçok etkene bağlıdır. Bunların hepsi betonun kırılma parametreleri üzerine de etkilidir. Betonun üretimi ile ilgili, agrega tipi, su/çimento oranı, çimento dozu ve en büyük agrega çapı gibi faktörler betonun kırılma parametreleri üzerine büyük oranda etkilidir. Betonun kalıba yerleştirme biçimi, sıkıştırılması işlemleri ve betonun kuru gibi dayanımı doğrudan etkileyen durumlarda mutlaka kırılma parametrelerini değiştirmektedir (6). Betonun basınç altında kırılma parametrelerinin en önemlilerinden biride heterojen bir yapıya sahip olmasıdır. Her ne kadar karıştırma, yerleştirme ve yüzey işlemleri sırasında maksimum düzeyde betonun homojen bir yapı göstermesine dikkat edilse de, karışım suyundaki buharlaşmalar, yerçekimi nedeniyle segregasyon oluşumu ve yanlış yüzey uygulamaları zamanla betonun prizini tamamlayana kadar heterojen olma eğilimini arttırmaktadır. Silindir beton numunelerinin ortadan kesilerek alt ve üst dayanımları üzerine yapılan araştırmalarda aynı betonun alt tabakası ile üst tabakasının önemli oranda farklı dayanımlar gösterdiği görülmüştür. Bolat'ın (7) bir saha beton uygulaması olan "Vakumlu beton" üzerine yaptığı çalışmada karot makinesi ile elde edilen betonlar kesme makinesi ile ortadan ikiye kesilmiş, vakum uygulanmamış referans betonların alt tabakalarının üst tabakasına göre yaklaşık %17 fazla çıktığı, buna karşın vakum uygulanmış betonların tam tersine üst tabakaların alt tabakaya göre yaklaşık %15 çıktığı görülmüştür. Benzer çalışmalar Özdemir Ö. (8), Yamaguchi, T. ve Muramatsu, A. (9) tarafından da daha önce yapılmış ve aynı betonun alt tabakası ile üst tabakasının farklı dayanım gösterdiği belirlenmiştir. Betonun yüksekliği boyunca farklı dayanımlar göstermesinin heterojen bir yapıya sahip olması önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Betonun standart basınç testleri ile ilgili yayınlanmış çalışmalar ile TS, ASTM ve EN'in ilgili standartları incelenmiş ve basınç dayanımı ölçümü sırasında beton numunesine uygulanan kuvvetin etki-tepki yönü hakkında herhangi bir literatüre ulaşılamamıştır. Bu çalışmada beton basınç dayanımının tarifinde de yer alan silindir beton numunelerin pres makinesinde maruz kaldığı etki-tepki kuvvetlerinin yönlerinin de basınç dayanımını etkileyen önemli bir parametre olduğu ortaya konulmuştur.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMA

### 2.1. Malzemeler

Araştırmada, C20 ve C30 katı kıvamlı beton kullanılmıştır. Beton karışımında kullanılan malzemelere ait özellikler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. 1 m<sup>3</sup> beton için malzemelere ait özellikler

Malzeme Adı	Tip	Özgül Ağ. (gr/cm <sup>3</sup> )		Ağırlık (Kg)		Hacim (m <sup>3</sup> )		Agrega Oranı (%)
		C20	C30	C20	C30	C20	C30	
	0-4	2.68	2.68	812	767	104.5	104.5	15.5
	4-8	2.69	2.69	352	328	165	165	24.5
	8-16	2.71	2.71	475	443	121.3	121.3	18
	16-22.4	2.71	2.71	300	280	283.3	283.3	42
	Toplam			1939	1818	674		100
Çimento	PÇ 42.5	3.09	3.1	255	283	137	91.3	
M.Katkı	U. Kül	2.15	2.15	28	42	23	23	
K.Kat.(%)	Wrda 90	2.83	4.25	1.12	1.12	2.5	4	
Su	Şebeke	1	1	170	170	170	170	

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Beton karışımlarının hazırlanması

Hazırlanan betonlar TS 802 standardında belirtilen kurallara uygun olarak üretilmiş harçlar  $\phi 100 \times 200$  mm boyutundaki kalıplara yerleştirilmiştir [10]. Taze betona ait özellikler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan taze betonun özellikleri

Beton sınıfı	C20	C30
D <sub>max</sub> , mm	22.4	22.4
S/ç oranı	0.4	0.6
Hava içeriği	1.2	1.8
Çökme	14.2	15.5

#### 2.2.2. Deney örneklerinin hazırlanması

Deneyel çalışmalar  $\phi 100 \times 200$  mm ebadındaki karot örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Beton bloklardan 28 ve 90. günlerde her bir deney için alınan karot numuneleri üzerinde; Ultrases geçiş hızı tayini (ASTM C 597) [11], Beton yoğunluğu deneyi (TS EN 12390-7) [12] ve Basınç dayanımı tayini (TS EN 12390-3) [13] deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneyler sırasında taze betonların kalıplara dökülme yönü düz olarak işaretlenmiştir. Daha sonra zamanı gelmiş karotların presteki kırılma yönü değiştirilerek aralarındaki fark incelenmiştir.

#### 2.2.3 İstatistikî değerlendirme

Deney sonuçları beton sınıfının (BS) iki seviyesi (C20 ve C30), gün koşulunun (GK) iki seviyesi ( 28 ve 90.) ve kırılma yönünün (KY) iki seviyesi arasındaki (düz ve ters),  $\alpha < 0,05$  anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilen faktör varyans analizi uygulanmıştır. BS, GK iki düzeyi ve KY arasındaki farkın belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan testi kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Ultrases geçiş hızı deneyi

Ultrases geçiş hızı (UGH) deneyi sadece 90 günlük karotlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. UGH tayininde açıklayıcı istatistikler Çizelge 3’de, varyans çözümleme tablosu Çizelge 4’de ve ortalama UGH verileri Şekil 1’de verilmiştir.

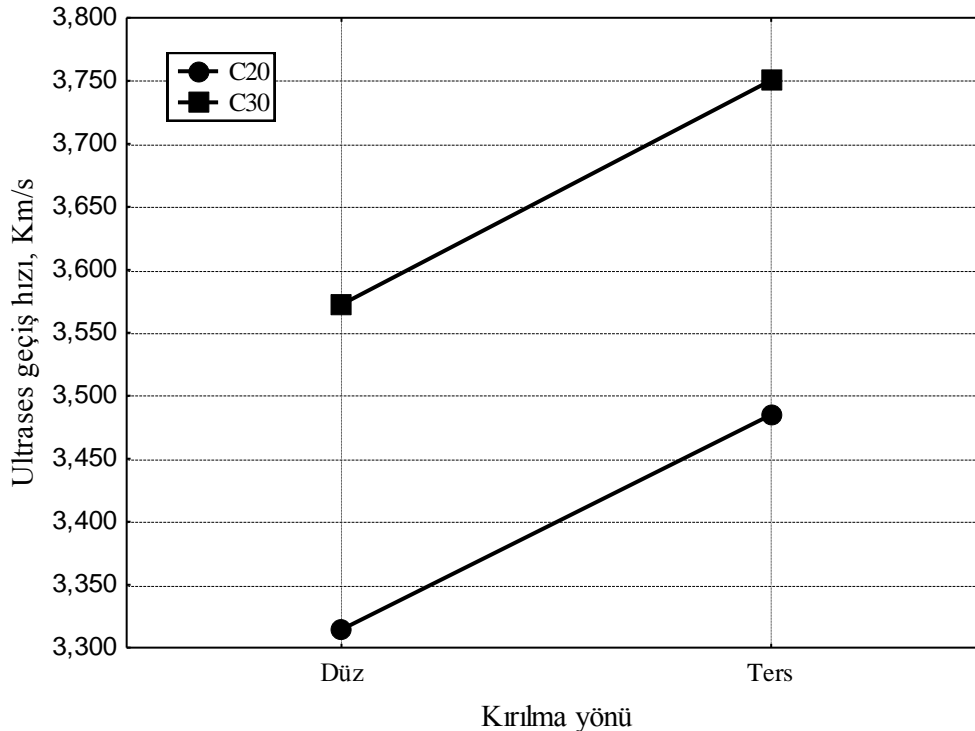
Çizelge 3. UGH verilerine ait açıklayıcı istatistikler

BS	KY	N	UGH Ort. (km/s)	Standart hata	En küçük	En büyük
C20	Düz	6	3.314	0.140	2.709	3.274
C20	Ters	6	3.485	0.115	3.214	3.976
C30	Düz	6	3.572	0.090	3.353	3.892
C30	Ters	6	3.750	0.233	3.470	4.888

Çizelge 4. UGH verilerine ait varyans çözümleme tablosu

Sınırlamalar	Kareler toplamı	Serbestlik derece	Kareler Ort.	F	Anlamlılık düzeyi
BS	0.411	1	0.4113	2.878	0.1053
KY	0.182	1	0.1821	1.274	0.2723
BS*KY	0.000	1	0.0001	0.001	0.9808
Hata	2.858	20	0.1429		

Çizelge 4’e göre  $\alpha < 0,05$  anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilen BS, KY ve BS\*KY interaksiyonu istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur.



**Şekil 1. Ultrases geçiş hızı sonuçları**

Şekil 1’de ultrases geçiş hızı değerlerinde göre; 28 gündeki C20 beton sınıfında ters kırılma düz kırılmaya göre % 5.1, C30 beton sınıfında ise ters kırılma düz kırılmaya göre % 5 daha yüksek sonuç vermiştir. Bu sonuçlar bize göstermiştir ki, kalıplara dökülme yönü ile presteki kırılma yönü arasında ciddi farklılıklar olduğu görülmüştür. ASTM C 597’ye göre, UGH bilinen örneklerde beton kalitesi hakkında yaklaşık bir tahmin yapılabilmektedir. Elde edilen sayısal değerlere göre beton kalitesi “iyi” sınıfında bulunmaktadır.

**3.1. Basınç dayanımı**

Basınç dayanımına ait açıklayıcı istatistikler Çizelge 5’de, varyans çözümleme tablosu Çizelge 6’de ve ortalama basınç dayanımı verilerine ait Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 5. Basınç dayanımı veriliğine ait açıklayıcı istatistikler

BS	KY	GK	N	Basınç Ort.	Standart hata	En küçük	En büyük
C20	Düz	28	6	26.22	2.414	21.95	37.63
C20	Düz	90	6	26.18	2.367	15.96	32.24
C20	Ters	28	6	26.62	0.721	24.08	28.66
C20	Ters	90	6	30.64	1.244	26.78	34.79
C30	Düz	28	6	26.49	1.565	20.96	31.48
C30	Düz	90	6	31.96	2.733	23.82	39.87
C30	Ters	28	6	31.33	0.811	28.92	34.19
C30	Ters	90	6	35.76	1.680	30.52	42.06

Çizelge 6. Basınç dayanımı verilerine ait varyans çözümleme tablosu

Sınırlamalar	Kareler toplamı	Serbestlik derece	Kareler Ort.	F	Anlamlılık düzeyi
BS	189.4	1	189.4	9.39	0.004
KY	136.8	1	136.8	6.78	0.013
GK	144.2	1	144.2	7.15	0.011
BS* KY	10.7	1	10.7	0.53	0.471
BS* GK	26.4	1	26.4	1.31	0.260
KY* GK	6.9	1	6.9	0.34	0.563
BS* KY * GK	19.5	1	19.5	0.97	0.331
Hata	806.9	40	20.2		

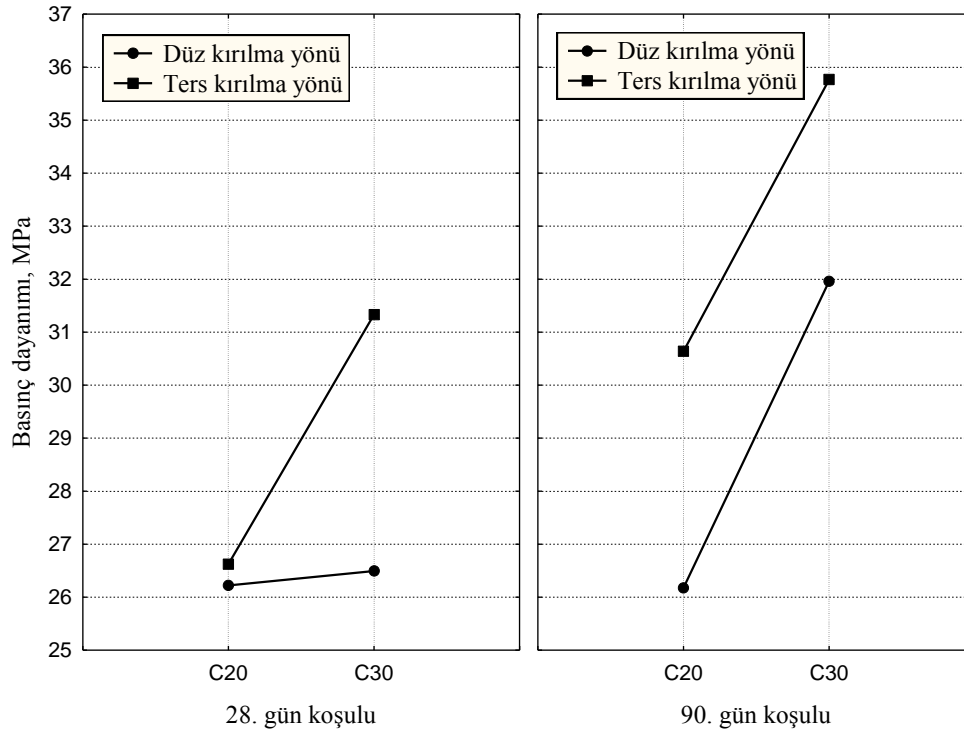
Çizelge 6’ e göre  $\alpha < 0,05$  anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilen beton sınıfı, gün koşulu ve kırılma yönünde önemli olduğu bulunmuştur. Ancak BS\*KY, BS\*GK, KY\*GK ve BS\*KY\*GK interaksiyonu istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur. Ortalamalar arasındaki farkın belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan testi sonuçları Çizelge 7 verilmiştir.

Çizelge 7. Basınç dayanım verilerine ait Duncan testi sonuçları

BS	KY	GK	Farklı olan gruplar	
			1	2
C20	Düz	90	S*	
C20	Düz	28	S*	
C30	Düz	28	S*	
C20	Ters	28	S*	
C20	Ters	90	S*	S*
C30	Ters	28	S*	S*
C30	Düz	90	S*	S*
C30	Ters	90		S*

S\*  $\alpha < 0.05$  göre anlamlılık düzeyleri

Gerçekleştirilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre basınç dayanım değerlerine göre; C20 ve C30 beton sınıfında düz kırılma ile ters kırılma arasında fark olduğu, C30'nun 28 ve 90 günlük ters kırılma değeri ile C20 ters 28 değeri kendi aralarında farklı olmadığı, ancak diğer bütün değerlerden farklı olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Basınç dayanım sonuçları

Şekil 2'de basınç dayanımı değerlerinde yapılan inceleme sonucuna göre; 28 gündeki C20 beton sınıfında ters kırılma düz kırılmaya göre % 1.5, C30 beton sınıfında ise ters kırılma düz kırılmaya göre % 18.1 daha yüksek, 90 gündeki C20 beton sınıfında ters kırılma düz kırılmaya göre % 16.9, C30 beton sınıfında ise ters kırılma düz kırılmaya göre % 11.8 daha yüksek sonuç vermiştir.

### 3.3. Beton Birim Ağırlığı

C20 ve C30 beton sınıflarındaki betonun birim ağırlığı  $2000-2450 \text{ kg/m}^3$  [14] arasında kaldığından normal beton sınıfına girmekte ve istatistiksel olarak yapılan inceleme sonucuna göre aralarında fark olmadığı anlaşılmıştır.

### 4. SONUÇLAR

İki farklı beton sınıfında (C20 ve C30) üretilmiş betonlara iki farklı (28 ve 90 gün) günde Ultrases geçiş hızı, beton birim ağırlığı ve basınç dayanım deneyleri üzerinde kırılma yönü (Ters ve düz) esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

90 gündeki basınç dayanımı değerlerine göre; C20 beton sınıfında ters kırılma düz kırılmaya göre  $\sim 4.5 \text{ MPa}$  artması, C30 beton sınıfında ise ters kırılma düz kırılmaya göre  $\sim 4 \text{ MPa}$  farklılık oluşmaktadır.

Bu değerler betonun mekanik dayanımının kontrolü gerektiren yerlerde son derece dikkat edilmesi gerekmektedir.

### KAYNAKLAR

1. Burak FELEKOĞLU, Selçuk TÜRKEL, “Effects Of Specimen Type And Dimensions On Compressive Strength Of Concrete”, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, ISSN 1303-9709 G.U. Journal of Science, 18(4): 639-645(2005)
2. Bazant Z.P., “Probability distribution of energetic-statistical size effect in quasibrittle fracture”, Probabilistic Engineering Mechanics, 19, pp.307-319 (2004).
3. Bazant Z.P.,” Size effect”, Int. Journal of Solids and Structures, 37, pp.69-80 (2000)
4. Ince R., Arici E., “Size effect in bearing strength of concrete cubes”, Cons. and Build. Mat., 18, pp.603-609 (2004).
5. Şemsi YAZICI, A. Burak GÖKTEPE, Selim ALTUN, Volkan KARAMAN, “Sertleşmiş Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesinde Kullanılan TS-10465 ve TS EN 12504-1 Üzerine Bir Değerlendirme”, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi Cilt: 8 sayı: 1 s. 119-128, (2006).
6. Kürşat Esat Alyamaç, Ragıp İNCE, “Geleneksel Betonda Nem oranı-Kırılma Parametreleri İlişkisinin Belirlenmesi”, 8. Uluslar arası Kırılma Konferansı Bildiriler Kitabı, (2007).
7. Bolat H., “Vakum Uygulamasinin Betonun Özelliklerine Etkisi” Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2002).
8. Özdemir, Ö., “Experimental Study on vacuum processed concrete for floor constructions” Industrial Floors sempozyumu bildiri notları, Almanya, (1999).
9. Yamaguchi, T. & Muramatsu, A., “Finishing concrete floor by modified vacuum dewatering”, paper presented at 4<sup>th</sup> International Colloquia, “Industrial Floors,” Stuttgart, Germany, (1999).
10. TS. 802, “Beton Karışım Hesap Esasları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2009).
11. ASTM C 597, “Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete”, American Society For Testing And Materials, (2002).
12. TS EN 12390-7, “Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2002).

13. TS EN 12390-7, "Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 7: Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2003).
14. Erdoğan, T.Y., "Admixtures for Concrete", ODTÜ Yayınları, (1997).

## AĞIR BETONLARIN BASINÇ DAYANIMININ BELİRLENMESİNDE TAHRİBATSIZ TEST YÖNTEMLERİNİN ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ

**Doç.Dr. Mustafa ÇULLU, Dr.Öğr. Üyesi Ömer CAN**

Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi İnş. Müh. Bölümü  
Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Ağır betonlar ile geleneksel betonları ayırt eden en önemli husus; üretiminde kullanılan agregaların farklı oluşudur. Üretiminde kullanılan agregaların geleneksel agregalara göre daha ağır oluşu bu betonların birim kütlelerinin büyük olmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, ağır betonların basınç dayanımlarının belirlenmesinde tahribatsız test yöntemlerinin etkinliği incelenmiştir. Bu amaçla, ağır beton üretiminde kullanılan Manyetit, Barit ve Limonit agregaları ile üretilen ağır betonların, basınç dayanımının tahribatsız test yöntemleri ile belirlemenin etkinliği incelenmiştir. Sonuç olarak, beton basınç dayanımının belirlenmesinde tahribatsız test yöntemlerinin ağır agregalarla üretilen betonların basınç dayanımının belirlenmesinde hatalı sonuçlara neden olacağı belirlenmiştir. Bu sonuçlarda, ağır agrega türünün önemli olduğu sonucu elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır beton, Ağır agrega, Tahribatsız testler

### INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF NON- DESTRUCTIVE TEST METHODS IN DETERMINING THE PRESSURE RESISTANCE OF HEAVY CONCRETE

#### ABSTRACT

The most important point that distinguishes heavy concretes and traditional concretes; the aggregates used in the production are different. The aggregates used in their production are heavier than conventional aggregates, causing the unit masses of these concretes to be large. In this study, the effectiveness of non-destructive test methods in determining the compressive strength of heavy concrete was investigated. For this purpose, the effectiveness of the determination of compressive strength with non-destructive testing methods of heavy concrete produced with magnetite, barite and limonite aggregates used in heavy concrete production was investigated. As a result, in determining the compressive strength of concrete, non-destructive testing methods were found to cause incorrect results in determining the compressive strength of the concrete produced with heavy aggregates. In these results, it was obtained that heavy aggregate type were important.

**Keywords:** Heavy concrete, Heavy aggregate, Non-destructive tests

#### 1. GİRİŞ

Radyoaktif ışınların sağlığa zarar vermesi nedeniyle radyoaktif yapılarda oluşabilecek sızıntıların zırhlanması amacıyla ağır betonlar kullanılmaktadır. Ağır beton üretiminde kullanılan agregaların özgül ağırlıkları genellikle  $4000 \text{ kg/m}^3$  ' ün üzerinde olur. Bu nedenle



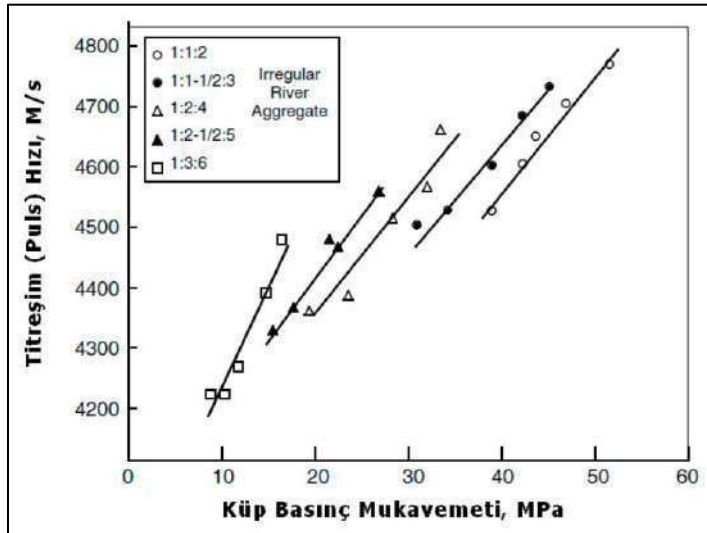
ağır beton üretiminde en çok tercih edilen agrega barittir Barit ( $BaSO_4$ ) sülfat içermesine rağmen çok sabit olması nedeniyle betona zarar vermez (Ünal, 2014, Topçu, 2003).

Ağır agrega kullanımıyla üretilmiş olan Birim Hacim Ağırlığı (BHA)  $3000 - 8000 \text{ kg/m}^3$  arasında değişen betonlara ağır beton adı verilir. Ağır betonları geleneksel betonlardan ayırt eden en önemli özellik üretimlerinde kullanılan agreganın birim ağırlığının farklı oluşudur. Kullanılan agregaların birim ağırlığının geleneksel agregadan daha büyük olması nedeniyle bu betonların birim ağırlığı klasik betonların birim ağırlığından daha büyük olmalarına sebebiyet verir. Bazı literatürlerde birim hacim ağırlığı (BHA)  $2800 \text{ kg/m}^3$  ' ten büyük olan betonlar ağır betonlar olarak adlandırılır (Durmuş, 2000).

Betonarme yapılarda beton kalitesinin tespiti için kullanılan yöntemlerden biride hasarsız deney yöntemleridir. Hasarsız deney yöntemleri yapının taşıyıcı sistemine zarar vermeden yapıda kullanılan betonun dayanımını ve benzer özelliklerini belirlemek için kullanılan yöntemler olup, uygulama kolaylığı ile zaman kaybının en aza indirilmesi ve ekonomik olması gibi avantajları bulunmaktadır (Turan, 2013)

Birçok araştırma göstermiştir ki, titreşim hızı önemli ölçüde agrega türüne ve miktarına bağlı olarak etkilenmektedir (Özçep, 2012).

Çimento hamurunun titreşim hızı agreganınkinden küçüktür. Aynı basınç mukavemeti değerlerinde ve aynı beton karışımı için yuvarlak çakıllı beton daha düşük titreşim hızına, ezilmiş kireçtaşı daha yüksek titreşim hızına ve ezilmiş granit ise bu ikisi arasında bir hız değerine sahiptir. Öte yandan, agrega türü, kırılma modülleri ve titreşim hızı arasındaki ilişkiye önemli bir etki oluşturmamaktadır. Titreşim hızı ve basınç mukavemeti üzerinde beton karışımındaki iri agregaların değişken etkisi Şekil 1 'de verilmiştir.



Şekil 1. Titreşim hızı ve Basınç mukavemeti (Taran, 2004)

Bu çalışmanın amacı, farklı agregalarla üretilmiş ağır betonların basınç dayanımlarının tahribatsız test yöntemleri ile belirlemenin etkinliğinin araştırılmasıdır. Sonuçlar tek eksenli basınç dayanımı değerleri ile karşılaştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmada beton üretiminde agrega (Manyetit, Limonit, Barit ve Kireçtaşı), çimento ve Gümüşhane şehir şebeke suyu kullanılmıştır.

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan kayalar, çeneli kırıcı ile kırılıp beton agregası boyutuna getirildikten sonra eleklerle elenerek 0-4, 4-11.2, 11.2-22.4 mm sınıflarında gruplandırılmıştır. Kırma ve eleme işleminde kullanılan cihazlar Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Çeneli kırıcı ve elek sarsma makinası

#### 2.1.1. Manyetit

Yapılan deneysel çalışmada kullanılan manyetit agregası Sivas ili Divri ilçesinden temin edilmiştir. Temin edilen kayalar çeneli kırıcıda kırılarak 0-4, 4-11.2,11.2-22.4 mm elek boyutlarına indirgenerek beton döküm işlemine hazır hale getirilmiştir. Şekil 3'de görülmektedir.



Şekil 3. Çeneli kırıcıda kırılmış sınıflarına ayrılmış manyetit kayacı

#### 2.1.2. Limonit

Yapılan deneysel çalışmada kullanılan limonit agregası Sivas ili Divri ilçesinden temin edilmiştir. Temin edilen kayalar çeneli kırıcıda kırılarak 0-4, 4-11.2,11.2-22.4 mm elek boyutlarına indirgenerek beton döküm işlemine hazır hale getirilmiştir. Şekil 4'de görülmektedir.



Şekil 4. Çeneli kırıcıda kırılmış sınıflarına ayrılmış limonit kayacı

### 2.1.3. Barit

Yapılan deneysel çalışmada kullanılan barit agregası Gümüşhane yöresi Kara Mustafa köyü civarından temin edilmiştir. Temin edilen kayalar çeneli kırıcıda kırılarak 0-4, 4-11.2,11.2-22.4 mm elek boyutlarına indirgenerek beton döküm işlemine hazır hale getirilmiştir. Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5. Çeneli kırıcıda kırılmış sınıflarına ayrılmış barit agregası

### 2.1.4. Çimento

Üretilen betonlarda CEM I 42.5 R tipi çimento kullanılmıştır. Çimento Gümüşhane’de bulunan Aşkale Çimento Fabrikası’ndan temin edilmiştir. Tablo 1’de çimentoya ait kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 1. Çimentonun kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri

Kimyasal Analizler		Fiziksel Testler	
SiO <sub>2</sub>	18.10	İncelik (45 µ elek üstü %)	7.15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.48	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	3.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.09	Özgül Yüzey (cm <sup>2</sup> /g)	3698
CaO	63.65	Priz Başlangıcı (saat-dk)	2saa-31dk
MgO	2.58	Priz Sonu(saat-dk)	3saa-11dk
SO <sub>3</sub>	2.84	Hacim Genişlemesi(mm)	1.0
Kızdırma Kaybı	3.90	Su İhtiyacı (%)	29.5
Na <sub>2</sub> O	0.21		
K <sub>2</sub> O	0.62		
Cl	0.015	Basınç Dayanımı( N/mm <sup>2</sup> )	
Ölçülemeyen	0.52	2.Gün	27.9
<b>Toplam</b>	<b>100</b>	<b>28.Gün</b>	<b>58.0</b>

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Basınç Dayanımın Tayini

Basınç dayanımı, TS EN 12390-3'de belirtilen esaslara göre yapılmıştır (TS EN 12390-3, 2010). Beton basınç dayanımının hesaplanmasında Eşitlik-1 kullanılmıştır.

$$f_c = \frac{F}{A_c} \quad (1)$$

Burada:  $f_c$ ; Basınç dayanımı, (MPa),  $F$ ; Kırılma anında ulaşılan en büyük yük, (N),  $A_c$ ; Numunenin, üzerine basınç uygulandığı en kesit alanı, ( $\text{mm}^2$ ) ifade etmektedir. Basınç dayanımının belirlenmesinde Şekil 6'da görülen basınç presi kullanılmıştır.



Şekil 6. Beton basınç presi

### 2.2.2. Tahribatsız Test Yöntemleri

Tahribatsız yöntemi ile basınç dayanımı belirlemede ASTM C805'de belirtilen esaslara göre Yüzey Sertliği (Schmidt Çekici) ve ASTM C 597'de belirtilen esaslara göre Ultrases geçiş hızı deneyleri gerçekleştirilmiştir (ASTM C 597, 2004; ASTM C 805, 2004). Basınç dayanımlarının hesaplanmasında;

- Yüzey Sertliği yönteminde;  $f_c = 0.0092N^{2.27}$
- Ultrases geçiş hızı yönteminde;  $V = L/t$   $f_c = 6(V - 1.8)^{1.8}$

$V$ = Ultrases geçiş hızı (km/sn),  $L$ =Ölçüm boyu (km),  $t$ = Ses geçiş süresi (saniye) ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan cihazlar Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. Schmidt Çekici ve Ultrases cihazı

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

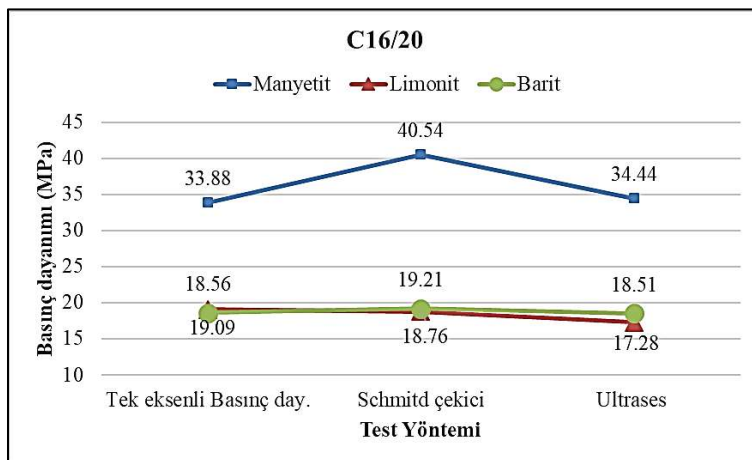
Manyetit, Limonit ve Barit agregaları ile hazırlanan betonlara ait tahribatsız test yöntemleriyle ve tahribatlı tek eksenli test yöntemi 28 günlük beton basınç dayanımı tayini sonuçları Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Tek eksenli basınç dayanımı ve tahribatsız test yöntemi ile tahmin edilen basınç dayanımı değerleri

Dayanım Sınıfı	Agrega Türü	Tek eksenli Ort. BD (MPa)	SÇ Ort. Değeri (R)	SÇ ile tahmin Edilen Ort. BD (MPa)	UGH (km/s)	UGH ile tahmin Edilen Ort. BD (MPa)
C16/20	Manyetit	33.88	40.3	40.54	4.44	34.44
	Limonit	19.09	28.7	18.76	3.60	17.28
	Barit	18.56	29.0	19.21	3.67	18.51
C25/30	Manyetit	39.09	44.0	49.48	4.68	40.28
	Limonit	19.94	29.3	19.66	3.64	17.98
	Barit	25.80	34.0	27.56	4.10	26.87
C35/45	Manyetit	47.32	45.0	52.07	4.98	48.14
	Limonit	33.02	36.4	32.17	4.36	32.58
	Barit	32.95	39.0	37.63	4.40	33.50

SÇ: Schmidt Çekici; UGH: Ultrases Geçiş Hızı; BD: Basınç Dayanımı

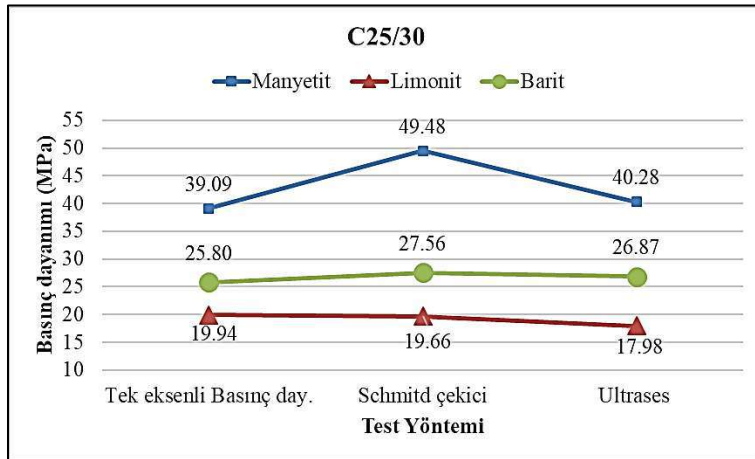
C16/20 dayanım sınıfında, Manyetit agregaları ile hazırlana beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmidt çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %19.6, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise %1.6 daha fazla belirlenmiştir. Limonit agregaları ile hazırlana beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmidt çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %1.7, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise %9.5 daha az belirlenmiştir. Barit agregalarında ise, beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmidt çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %3.5 daha fazla iken, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise %0.3 daha az belirlenmiştir. C16/20 dayanım sınıfına ait tahribatlı ve tahribatsız olarak belirlenen basınç dayanımını Şekil 8’de görülmektedir.



Şekil 8. C16/20 tahribatlı ve tahribatsız test ile belirlenen basınç dayanımı değerleri

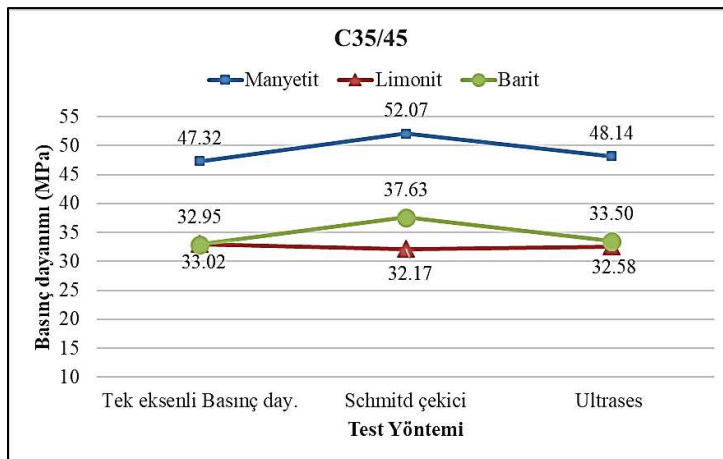
C25/30 dayanım sınıfında, Manyetit agregaları ile hazırlana beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmidt çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %26.6, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise

%3.0 daha fazla belirlenmiştir. Limonit agregaları ile hazırlana beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmitd çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %1.4, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise %9.8 daha az belirlenmiştir. Barit agregalarında ise, beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmitd çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %6.8, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise %4.1 daha fazla belirlenmiştir. C25/30 dayanım sınıfına ait tahribatlı ve tahribatsız olarak belirlenen basınç dayanımını Şekil 9’de görülmektedir.



Şekil 8. C25/30 tahribatlı ve tahribatsız test ile belirlenen basınç dayanımı değerleri

C35/45 dayanım sınıfında, Manyetit agregaları ile hazırlana beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmitd çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %10.0, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise %1.7 daha fazla belirlenmiştir. Limonit agregaları ile hazırlana beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmitd çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %2.6, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise %1.3 daha az belirlenmiştir. Barit agregalarında ise, beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerine göre Schmitd çekici ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri %14.2, Ultrases geçiş hızı ile tahmin edilen ortalama basınç dayanımı değerleri ise %1.7 daha fazla belirlenmiştir. C25/30 dayanım sınıfına ait tahribatlı ve tahribatsız olarak belirlenen basınç dayanımını Şekil 10’de görülmektedir.



Şekil 9. C35/45 tahribatlı ve tahribatsız test ile belirlenen basınç dayanımı değerleri

Ağır agregalar ile üretilen beton örneklerin tek eksenli basınç dayanımı değerlendirmesi ile tahribatsız yöntemler ile belirlenen basınç dayanımı değerleri arasında fark bulunmaktır. Bu fark bütün dayanım sınıflarında Manyetit ve Barit agregalarında fazla çıkarken, Limonit agregaları ile hazırlanan beton örneklerde daha küçük değerler elde edilmiştir. Schmidt çekici ile elde edilen değerler yüzey sertliğine göre belirlenmektedir. Manyetit ve Barit agregaları ile üretilen betonlarda yüzey sertliği fazla çıkarken, Limonit agregaları altere yapısından dolayı beton örneklerin yüzey sertliği düşük çıkmıştır.

#### 4. SONUÇLAR

Ağır agregalar, ağır beton üretiminde kullanılmaktadır. Genellikle, bu tür betonlar radyasyon zırlamada kullanılmaktadır. Fakat yoğunluklarının normal agregalara göre fazla olmalarından dolayı ağır kütle betonların üretiminde de tercih edilmektedir. Betonların basınç dayanımının belirlenmesinde tahribatsız test yöntemleri kullanılmaktadır. Özellikle betonun basınç dayanımının tahmin edilmesinde schmidt çekici ile yüzey sertliği belirleme ve Ultrases geçiş hızı ile basınç dayanımı tahmin etme en çok kullanılan yöntemlerdendir. Tahribatsız test yöntemleri betona zarar vermeden basınç dayanımı değeri tahmin edilebilmekte fakat betonun ıslak olması, ölçüm alınan yerin donatıya veya agregaya denk gelmesi tahmin edilen değerin hatalı olmasına neden olur.

Bu çalışmada kullanılan agregaların sertlik değerlerinin farklılık göstermesinden dolayı betonun karakteristik dayanımında farklı değerler belirlenmesine neden olmuştur. Manyetit ve Barit agregalarında büyük değerler elde edilirken, Limonit agregalarında ise bütün dayanım sınıfında daha küçük değerler elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak, Limonit agregalarının altere olmuş yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Limonit agregaları altere yapısından dolayı kırılıp beton agregası olacak şekilde gruplandırılması kolay olmamakta, agrega ufalanmaktadır. Beton üretiminde kullanımı pek uygun olmadığı düşünülmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı 113M317 proje numarası ile destekleyen TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu)'a teşekkürlerini sunar.

#### KAYNAKLAR

- Ünal, O., İçağa, Y., Çoşkun, A., Ağır Betonların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Filler Malzemenin Etkisi, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 10, No: 2, Sayfa: 12-18, 2014.
- Topçu, İ.B., Properties of Heavyweight Concrete Produced with Barite, Cement and Concrete Research, No. 33, pp. 815-822, 2003
- Durmus, A., Gürsoy, Y., Doğu Karadeniz Bölgesi Doğal Ağır Agregalarından Biriyle Üretilen Ağır Betonun Geleneksel Bir Betonla Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Hazır Beton Sektörü Yayın Organı, Sayı 39., 2000.

- Tarun R. Naik, T.R., Malhotra, V.M., Popovics, J.S., The Ultrasonic Pulse Velocity Method, In: V.M. MALHOTRA and N.J. CARINO, Edited 2004, Handbook on Nondestructive Testing of Concrete, Crc Press, 2004.
- Turan, M., Tanrıkulu, M.A., Hasarsız Deney Yöntemleri ile Beton Kalitesinin Belirlenmesi, DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı 32, Sayfa: 41-56, Aralık 2013
- Özçep, F., Karabulut, S., Özgüven, B., Sanlı, O., Tahribatsız Test Yöntemleri Ve Ultrasonik Hız Ölçümleri, Jeofizik Bülteni, Sayfa: 11-24, Kasım, 2012.
- TS EN 12390-3. Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımının Tayini. Sayfa:1-19. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, 2010.
- ASTM C 805. Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete. Annual Book of ASTM Standards, 4(2), 1-3. Philadelphia, USA. 2004.
- ASTM C 597. Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete. Annual Book of ASTM Standards, 4(2), 1-4. Philadelphia, USA, 2004.



## SIFIR ATIK UYGULAMA AŞAMALARI: KÜÇÜK ÖLÇEKLİ KAMPÜS ÖRNEĞİ

**Dr. Öğr. Üyesi Aysun ALTIKAT**

Iğdır Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Sıfır atık; tüm kaynakların çevre ya da insan sağlığını tehdit etmeyecek şekilde alıcı ortamlara deşarj edilmeden sorumluluk bilinciyle üretilmesi, tüketilmesi, yeniden kullanılması ve geri kazanılmasını içeren, dolayısıyla kaynakların verimli kullanımını amaçlayan atık yönetim felsefesidir. Kaynak (temiz toprak, temiz su, temiz hava, fosil yakıtlar) miktarı değişmezken, kaynakları tüketen nüfusun ve yaşam standartlarının hızla artması doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmakta ve bu durum “sıfır atık” yaklaşımını zorunlu kılmaktadır. “Geri dönüşüm” kavramıyla sıklıkla karıştırılan “sıfır atık”, geri dönüşümden farklı olarak tüketimin azaltılmasını amaçlamaktadır. Atık azaltılmasının ilk aşaması tüketimin minimize edilmesidir.

Sıfır atık projesi ülkemizde 2017 yılında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından uygulamaya konmuştur. Proje bazı kurumlarda uygulanmaya başlanmış ve olumlu neticelenmiştir. Ancak tüm yeni yaklaşımların uygulamaya aktarılmasında olduğu gibi sıfır atık yaklaşımının da kurumsal gelişiminde anlaşılabilirlik-uygulanabilirlik problemleri yaşanmaktadır.

Bu çalışmada sıfır atık projesine geçiş aşamasında hem kurumlara örnek teşkil etmesi hem de sıfır atık kavramının daha net anlaşılması amaçlanmıştır. Çalışmada, sıfır atık projesine geçişte proje kurulumu için belirlenen yedi aşamanın (odak noktalarının belirlenmesi, mevcut durum tespiti, planlama, ihtiyaçların belirlenmesi ve temini, eğitim-bilinçlendirme, uygulama ve raporlama) yaklaşık 7.500 nüfuslu bir kampüste nasıl uygulandığı anlatılmış, sıfır atık projesinin somut olarak uygulandığı Türkiye ve dünyadan örnekler sunulmuştur. Taslak aşamasında olan “Sıfır Atık Yönetmeliği” değerlendirilmiş, yönetmelikte gerekebilecek revizyon için önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Sıfır atık projesi, geri dönüşüm, yeniden kullanım, atık yönetimi

### ZERO WASTE APPLICATION STAGES: SMALL SCALE CAMPUS SAMPLE

### ABSTRACT

Zero waste is a waste management philosophy that includes to produce, consume, reuse and recycle all resources with responsibility before discharging to the receiving environment in such a way that they do not threaten environment and human health, and thus aims to use the resources efficiently. While the amount of resources (clean soil, clean water, fresh air, fossil fuels) does not change, the rapidly increasing population and the living standards of this population increase the pressure on natural resources and this requires zero waste approach. Zero waste, which is frequently confused with the concept of recycling, aims to reduce

consumption as opposed to recycling. The first phase of waste reduction is minimization of consumption.

Zero waste project was implemented in 2017 by the Ministry of Environment and Urbanization. The project has been started in some institutions and concluded positively. However, as in the implementation of all new approaches, the zero waste approach also has understandable-applicability problems in its corporate development.

In this study, it is aimed to be an example for the institutions in the transition phase of the zero waste project and to understand the concept of zero waste more clearly. It was explained how the seven stages (determining focal points, current situation detection, planning, determination and provision of needs, training-awareness raising, implementation and reporting) for the project installation are applied on a campus with a population of about 7500 and the zero waste project Turkey applied and examples from around the world were presented in this study. Zero Waste Regulation, which is in the draft phase, has been evaluated and recommendations have been made for the revision that may be required in the regulation.

**Keywords:** Zero-waste project, recycling, re-use, waste management

**THE EFFECT OF HIGH TEMPERATURES ON THE PROPERTIES OF  
HARDENED CONCRETE WITH BAUXITE RESIDUE MATERIALS**

**Ibrahim ALAMERI, Meral OLTULU**

Department of Civil Engineering, Ataturk University, Turkey

**Abstract**

Aluminum-rich wastes such as red mud derived from bauxite can be used in places exposed to high temperatures. The high-temperature response of concrete elements is dependent on the thermal, mechanical, and deformation properties of concrete. These properties vary with temperature and also depend on the composition of concrete mix besides heating rate and other environmental conditions. This paper presents an experimental study undertaken to quantify the effect of elevated temperatures 25, 200, 300, 400, 600 and 800°C, and 3 hours exposure duration of 28 days. Specimens made by placing cement with red mud in concrete by 0, 10, 15, and 20%. Also, to study the concrete mechanical properties; compressive strength, splitting tensile strength, and loss in weight have been performed for all mixes. According to experimental tests the optimum red mud ratio found to be 10% by weight of cement.

**Keywords:** Red-mud, Elevated temperatures, Mechanical properties, Loss in weight.

## WA-XRD ANALYZES OF DIFFERENT TYPES OF COMPOSITE FILLING MATERIALS

Assist. Prof. Dr. Tülay GÜRSOY

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Chemistry

### ABSTRACT

The use of composite materials derived from biomass sources (wood-cellulose, barley straw-lignin, wheat straw- hemicellulose, potato wastes-starch etc.) is increasing all over the world because the natural resources of petroleum are rapidly depleted. Liquefaction of biomass to produce composite materials is a method for using biomass sources. In this work of research, the wastes of potato, pistachio and barley were liquefied by microwave heating method as first step polymerization reaction and then polyols were reacted with PEG400 and methylene diphenyl diisocyanate (MDI) to prepare composite filling material (2nd step polymerization reaction). The structural properties and crystalline structural changes of the three kinds of composite filling materials were analyzed by X-ray diffraction device and contrasted with commercial synthetic one.

Although all four types of composite filling materials are amorphous, the wide angle X-ray diffraction peak ranges are in the varying angle range.

**Key words:** potato, pistachio, barley, liquefaction, filling material, X-ray diffraction analysis

### ÖZET

Biyokütle kaynaklarından üretilmiş olan kompozit materyallerin kullanımı (odun-selüloz, arpa samanı-lignin, buğday samanı-hemiselüloz, patates artıkları-nişasta vs.) doğal petrol kaynaklarının hızlıca tükenmesinden dolayı tüm dünya genelinde artmaktadır. Biyokütle kaynaklarının kullanılması amacıyla biyokütlenin sıvılaştırılması kompozit materyallerin hazırlanması için bir metottür. Bu araştırma çalışmasında, patates, fıstık ve arpa artıkları birinci basamak polimerleşme reaksiyonu olarak mikrodalga ısıtma metoduyla sıvılaştırılmış ve sonra polyoller PEG400 ve metilen difenil diizosiyanat (MDI) ile kompozit dolgu materyalleri hazırlanması için reaksiyona sokulmuştur (2. basamak polimerleşme reaksiyonu). Üç çeşit kompozit dolgu materyalinin yapısal özellikleri ve kristal yapısındaki değişiklikler X-ışını kırınımı cihazıyla analiz edildi ve ticari sentetik dolgu materyali ile karşılaştırılmıştır.

Her dört çeşit kompozit dolgu materyalinin amorf yapıda olmasına karşın, geniş açılı X-ışını kırınımı pik aralığı, değişen aç aralıklarındadır.

**Anahtar kelimeler:** patates, fıstık, arpa, sıvılaştırma, dolgu materyali, X-ışını kırınımı analizi

## BIOSYNTHESIS OF COPPER SELENIDE NANOPARTICLES (CuSe-NpS) VIA BACTERIA AND THEIR USE IN THIN FILM FORMATION

Dr. Öğ. Üyesi Tuba ÇAKICI<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Dr. Murat ÖZDAL<sup>2</sup>, Prof. Dr. Mutlu KUNDAKCI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical and Energy, Ispir Hamza Polat Vocational School of Higher Education, Ataturk University, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Department of Biology, Atatürk University, Erzurum, Turkey

<sup>3</sup>Department of Physics, Atatürk University, Erzurum, Turkey

### ABSTACT

Microbial synthesis of nanoparticles has a potential to develop simple, cost effective and eco-friendly methods for production of technologically important materials in biomedical sciences and engineering. In this study, copper sulphate and sodium selenite solutions were used to synthesis of CuSe nanoparticles (CuSe-NPs) using *Pseudomonas aeruginosa* strain OG1 in Luria broth medium. Synthesized CuSe NPs solution dropped on glass and then they annealed for the formation of CuSe thin film. Band gap of CuSe thin film determined UV-Vis. Spectrophotometer method. Structural characterization of the film were made by using X-ray diffraction (XRD) and Field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM) with energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) techniques.

Keywords: CuSe, *Pseudomonas aeruginosa*, thin film, nanoparticles

### INTRODUCTION

In recent years, there have been significant developments in the field of nanotechnology, with numerous methodologies developed to synthesize nanoparticles of particular shape and size depending on specific requirements [1]. New applications of NPs and nanomaterial's are increasing day by day [1-2]

Researchers are used many different methods (chemical, physical, and biological) to synthesis nanoparticles which are of the required composition, shape and size because these factors significantly affect the properties of the material. Among the different synthesis methods, using microorganisms (e.g. bacteria) for nanoparticles synthesis can be suitably scaled up for large-scale synthesis of nanoparticles. Biological approaches are easy, eco-friendly and low cost and suitable for commercial fabrications. Film deposition procedure should avoid the

need of energy intensive processes. All processing of biological approaches can be involve minimal heating without any toxic gases.

Recently, the hetero-structures based wide-band gap II–VI compound semiconductors have attracted much attention because of their properties and their applicability in laser diodes [3] and in several types of optoelectronic devices [4].

Copper selenide (CuSe) is a semiconducting material, which has electrical and optical properties suitable for photovoltaic application. It possesses the band gap of 2.15 eV, exhibiting excellent visible-light activity [5]. Also, CuSe, as an important semiconductor has number of applications in various devices such as solar cells, superionic conductors, photodetectors, photothermal conversion, electro-conductive electrodes, microwave shielding coating, optical filter, thermoelectric and photoelectric transformers etc. [6–9].

It is well known that nanoparticles melt at lower temperature than corresponding bulk material (Takagi 1954). However, significant reduction in melting temperature is observed on sub-10 nm nanoparticles only. This property allows a lower thermal energy budget during annealing of nanoparticle-based films. It is worth noting that annealing is a critical process in the fabrication of high quality films even when vacuum deposition techniques are used [10].

It is very difficult to fabricate directly high-quality CuSe thin films by using these above methods based on the homogeneous nucleation and growth mechanism. We fabricated CuSe nanoparticles via microbial biosynthesized method and also we sintered these particles as a thin film. In this study, we report firstly ecofriendly approach microbial biosynthesized CuSe nanoparticles used as metal semiconductor interlayer thin films.

## 2. MATERIALS AND METHODS

CuSe/p-Si and structure used in this study were fabricated on p-type Si wafer with (100) surface orientation and glass. The p-Si wafer Si was sliced to 15mm×10mm pieces. Then they were degreased acetone and methanol in an ultrasonic cleaner for 10 min and consecutively they were etched in a sequence of H<sub>2</sub>O:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:HNO<sub>3</sub> (6:1:1) at 60°C, 20% HF and a solution of H<sub>2</sub>O:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: HCl (6:1:1) at 60°C, 20% HF. Finally, the substrates were rinsed thoroughly in de-ionized water with resistivity of 18 MΩ cm. We formed an ohmic contact thermally evaporating Al onto the backside of this substrate in a vacuum system with a pressure of 1×10<sup>-5</sup> Tor. To obtain low resistivity back ohmic contact, p-Si/Al structure was annealed at about 550 °C for 3 min in flowing dry nitrogen ambient.

In order to obtain Cu:Se nano particles in the solutions, were synthesized the selected special bacterias. Special bacteria were cultured in the Tryptic Soya Broth for 24 h at 150 rpm and 30 °C. The cell suspension (100 µl, OD<sub>600</sub> 1) was inoculated into the Luria Bertani Broth medium (20 mL) containing 1 mM CuSO<sub>4</sub>, 1 mM SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup> and 0.5 mM CuSO<sub>4</sub> + 0.5 mM SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. All the nanoparticles biosynthesis was conducted at 30 °C for a period of 96 h on rotating shaker (150 rpm) at dark conditions. Control experiments without SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup> and CuSO<sub>4</sub> were performed simultaneously.

Then nanoparticles were removed from the cellular material by a procedure modified from Oremland et al. [11]. Briefly, cell suspensions containing NPs were sonicated in an ultrasonic bath (Elma/S30) at 100 W for 5 min and centrifuged at 10,000g for 10 min. Nanoparticles were resuspended, sonicated, and centrifuged (10,000g) sequentially in SDS 0.1 % 1 M NaOH and cleaned in deionized water. Cleaned Cu:Se nanoparticles were suspended in deionized water. The final solution were filtered and washed with deionized water again and Cu:Se nanoparticles were obtained in the solution. This solution of Cu:Se nanoparticles were dropped on p-Si and glass substrates (50cc solution) and they were dried on hot plate at 65°C for 60 min. Thus, CuSe thin films were obtained. After completing the fabrication of the samples, we performed the characterization of the thin film samples. We determined the optical properties, crystal structures, surface morphology, and qualitative analysis of CuSe thin films by using UV-VIS spectrometer (Perkin-Elmer Lambda 2S UV-Visible spectrometer), X-rays diffractometer (XRD Bruker D2, K<sub>α</sub>, λ=1.54 Å, Scanning angle 70°), scanning electron (FE-SEM) (Sigma 300 Model Zeiss Gemini) and electron diffusion X ray (EDX associated with FE-SEM), respectively.

### 3.1. Optical properties

Fig.1 shows the optical absorption spectra measured between 300 and 1000 nm for CuSe thin film. The optical band gap (E<sub>g</sub>) values were determined from the commonly known equation of  $ah\nu=A(h\nu-E_g)^n$  [12]. where A is a constant related to the effective masses of charge carriers, h is the Planck constant, E<sub>g</sub> is the band gap energy, hν is the energy of the photon, and n is the exponent that depends on the nature of the optical transition (n = 0.5 and 2 for direct and indirect transition, respectively) [13]. The E<sub>g</sub> value is calculated using  $ah\nu=A(h\nu-E_g)^n$  plot by extrapolation of the linear region of the curve. As shown in Fig. 1, the value of band gap energy E<sub>g</sub> of CuSe thin film is 3.07 eV.

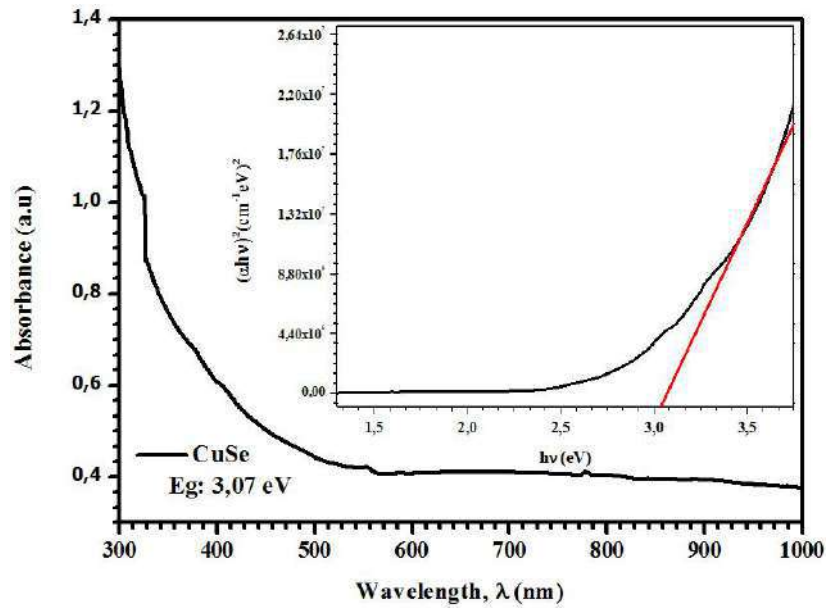


Figure 1. Variation of optical absorbance versus the wave-length of incident photons of the as-deposited and  $(ah\nu)^2$  versus  $h\nu$  plots (in small frames) corresponding to CuSe thin film.

### 3.2. Structural properties

Fig. 2 shows the XRD patterns of the CuSe/p-Si structures. The (h,k,l) diffraction planes of the mentioned XRD peaks of CuSe thin films have also been labeled in Fig. 2 and CuSe thin film structure are found to have polycrystalline nature. Crystallite size can be evaluated by using Debye-Scherrer's formula.

$$D = \frac{0,9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

where  $\lambda$  is the wavelength of the X-ray ( $\lambda=1.5405 \text{ \AA}$ ) and  $\beta$  is the full width at half maximum (FWHM) of the considered peak and  $\theta$  the corresponding Bragg's angle.

Table 1 shows the structural parameters of CuSe thin film on p-Si substrate. XRD peaks of CuSe thin films located at  $2\theta$  angles are clearly identified and match well with the JCPDS data card number 86-1240 and 00-049-1457 corresponding hexagonal crystal phases of CuSe thin film. The strongest peak and  $2\theta$  angles corresponds to and p-Si (100) cubic crystallization.



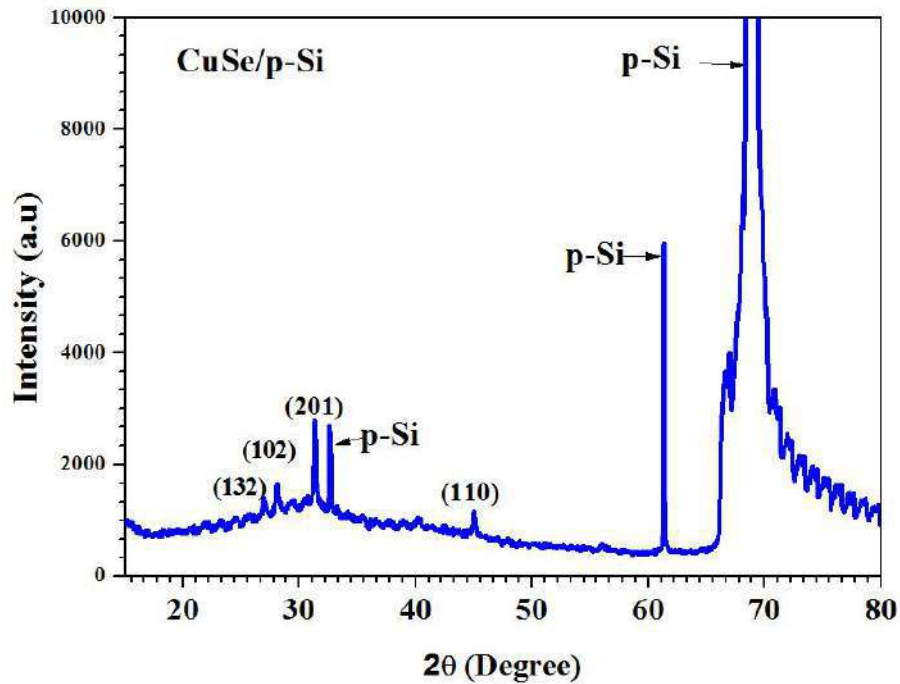


Figure 2. XRD patterns of CuSe/p-Si structure.

Table 1. Crystal structural parameter values of CuSe/p-Si structure

(hkl)	FWHM	Intensity (a.u.)	2θ° (Observed)	d-values (nm)	Crystal size (D) nm
(130)	0.39	248.97	27.03	3,2967	21,00
(102)	0.27	441.38	28.09	3,1745	30,40
(201)	0.22	1398.60	31.35	2,8514	37,51
(110)	0.27	370.54	45.06	2,0106	31,87

The surface morphology and film composition of the prepared samples were obtained from the FE-SEM and EDX analysis techniques. Fig. 3 (a) and (b) display FE-SEM image and EDX spectrum of CuSe thin film grown on p-Si substrates, respectively.

Fig 3 (a) shows the FE-SEM image of prepared CuSe/p-Si structure, it can be observed that the CuSe thin films are uniform and cover the substrate well. In Fig 3 (a), it is clear that the films were composed single type of small densely packed nanocrystals. The grains are well defined, spherical, similar size, which were uniformly distributed. The average diameter of spherical particles is about 50-100 nm.

The typical EDX spectrum shown in Fig. 3 (b) indicates the composition information on ingredients in the CuSe/p-Si structure. As seen from Fig. 3 (b), the elements taking place in the composition of CuSe/p-Si structure and their percentages obtained from EDX measurements are given in the lists. As seen from this list, the elemental composition of the structure is consisted of O, Se, Cu, and Si elements in Fig.3 (b). These elements take place in the composition of the CuSe/p-Si structure. The excess of oxygen ratio, it can be said that the native oxygen thickness formed on the Si crystal and the film originates from the method.

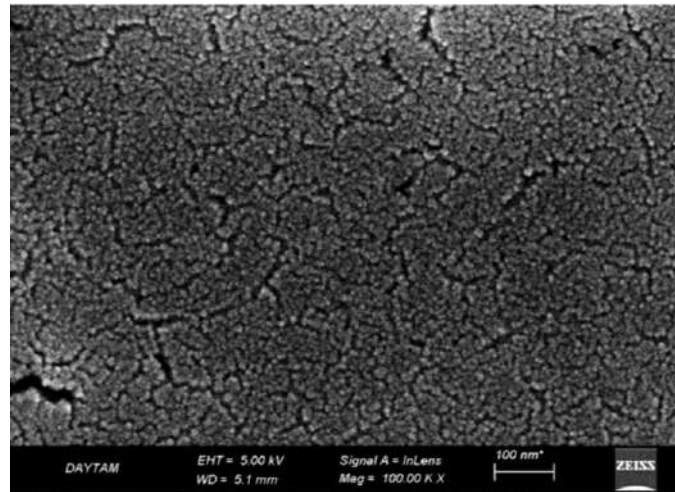


Figure.3. FE-SEM images of CuSe/p-Si structures with magnification scale (100nm).

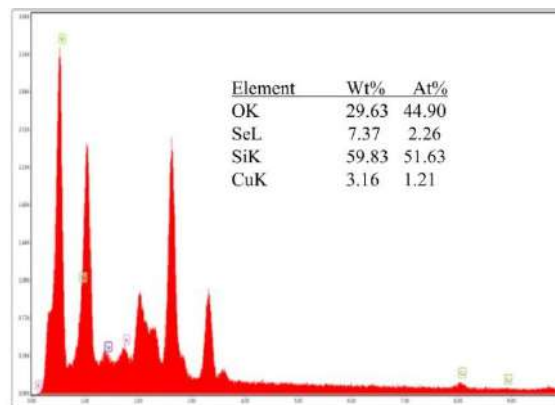


Figure.4. EDX results of CuSe/p-Si structure.

#### 4. CONCLUSION

We synthesized CuSe nanoparticles via green biosyntheses method and used these as thin films on p-Si and glass substrates. CuSe thin film obtained on p-Si and glass substrates. Thin film properties were investigated UV-Vis. Spectrophotometer method, XRD, FE-SEM with EDS and these results showed that CuSe thin films were obtained successfully. XRD graph

indicates that CuSe thin films have polycrystalline structure. FE-SEM image revealed that the CuSe thin film has nano granular structure and the structures composed to expected elements checked with EDS.

## References

- [1] Ocsoy I, Tasdemir D, Mazicioglu S, Celik C, Katı A, Ulgen F. 2018. *Materials Letters*, 212: 45-50.
- [2] Hulkoti N I, Taranath T C. 2014. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 121:474-483.
- [3] Morkoe H, Strite S, Gao GB, Lin ME, Sverdlow B, Burns M. 1994. *J. Appl. Phys.* 76: 1363.
- [4] Farrow RFC, Jones G.R., Williams G.H., Young I.M. 1981. *Appl. Phys. Lett.* 39: 954.
- [5] Kumar P, Singh K, Srivastava ON. 2010. *Journal of Crystal Growth* 312: 2804.
- [6] Nascu C, Pop I, Ionscu V, Indra E, Bratu I. 1997. *Mater. Lett.* 32 :73.
- [7] Korzhuev M.A. *Phys.* 1998.*Solid State.* 40 :217.
- [8] Bhuse VM, Hankare PP, Garadkar KM, Khomane AS. 2003. *Mater. Chem. and Phys.* 80:82.
- [9] Hankare P.P, Khomane AS, Chate PA, Rathod KC, Garadkar KM. 2009. *J. of Alloy. and Comp.* 469 : 478
- [10] Malik M A, O'Brien, P, Revaprasadu N. 1999. *Advanced Materials*, 11(17): 1441-1444
- [11] Oremland RS, Herbel MJ, Switzer-Blum J, Langley S, Beveridge TJ, Ajayan PM, Sutto T, Ellis AV, Curran S. 2004. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(1): 52-60.
- [12] Çakıcı T, Güzeldir B, Sağlam M. 2015. *J. of Alloy. and Comp.* 646: 954-965
- [13] Çakıcı T, Sağlam M, Güzeldir B. 2015. *Mater. Sci. and Engin. B* 193: 61–69
- [14] Kumar P, Singh K, Srivastava ON. 2010. *Journal of Crystal Growth* 312:2804.

## FABRICATION OF MICROBIAL SYNTHESIZED ZNSE-NPS AS THIN FILMS AND ZnSe/p-Si DEVICE APPLICATION

Dr. Öğ. Üyesi Tuba ÇAKICI<sup>1</sup>, Öğr. Gör. Dr. Murat ÖZDAL<sup>2</sup>, Prof. Dr. Mutlu  
KUNDAKCI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical and Energy, Ispir Hamza Polat Vocational School of Higher  
Education, Ataturk University, Erzurum, Turkey

<sup>2</sup>Department of Biology, Atatürk University, Erzurum, Turkey

<sup>3</sup>Department of Physics, Atatürk University, Erzurum, Turkey

### ABSTRACT

The use of bacteria for production nanoparticles provides a low cost, simple and eco-friendly method because the synthesis occurs at ambient condition, without the use of toxic reducing agents. Zinc selenide nanoparticles (ZnSe-NPs) have been synthesized by using *Pseudomonas aeruginosa* strain OG1 in Luria-Bertani medium containing sodium selenite and zinc sulfate under aerobic conditions. Synthesized ZnSe NPs solution sprayed on glass and p-Si substrates and then they annealed. Band gap of ZnSe thin film determined UV-Vis. Spectrophotometer method. Fabricated ZnSe/p-Si structure characterized X-ray diffraction (XRD) and Field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM) with energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) methods. Some electrical parameters of ZnSe/p-Si structure are investigated with Current-Voltage (I-V) measurements at room temperature.

Keywords: ZnSe, *Pseudomonas aeruginosa*, thin film, nanoparticles

### INTRODUCTION

Recently, nanoparticles (NPs) have a great interest due to their matchless physicochemical structures and photoluminescence, electronic, optical, and photocatalytic properties they have prominent potential applications in a wide variety fields such as nanotechnology, industry, electro-optics, optoelectronics, lasers, photovoltaic cells, light emitting diodes, and sensors [1].

Researchers have produced these nanoparticles using different systems or chemical and physical, methods. [Gaoling Yang](#) and at.al have, first, developed a method to synthesize monodisperse ZnSe supraparticles via “in situ aggregation” of ZnSe nanoparticles through a simple hot-injection method and they produced ZnSe nanoparticles and made their characterizations [2]. Azam Sobhani and Masoud Salavati-Niasari have prepared via a facile hydrothermal method using chemicals and investigated their size, morphology, and chemical compositions [3].

[Hsuan I. Wang](#) and et al. have produced wurtzite phase ZnSe nanoparticles from zincblende by femtosecond pulse laser and shown that the controlling laser influence plays a vital role on the sizes of the nanoparticles [4]

As seen from these studies, the methods used for the production of the nanoparticles mentioned above are based on the chemical and physical processes. But these processes have many disadvantages such as non-ecofriendly, non-economical, non-cleanly, and toxicity and need highly advanced experimental set-ups. Biological synthesizing method as a new method that will be an eco-friendly alternative candidate instead of these methods. researchers have produced different types of nanoparticles using bacteria [5], fungi [6], enzyme [7], and plant [8]. The usage of ZnSe in this structure plays a vital role on its optical and electronic properties since the system suffers from a number of unwanted crystalline defects may be responsible for the reduction of the device lifetime [9, 10].

In this study, we focused on the production of ZnSe nanoparticles via ecofriendly biosynthesizing method using a special bacterium for the first time. These nanoparticles were also deposited as ZnSe thin films on p-Si substrates and performed their characterizations. Also, Au/ZnSe/p-Si/Al and Au/CuSe/p-Si/Al structures were fabricated and investigated their I-V characteristics.

## 2. MATERIALS AND METHODS

Au/ZnSe/p-Si/Al and device structures used in this study were fabricated on p-type Si wafer with (100) surface orientation and glass. The p-Si wafer Si was sliced to 15mm×10mm pieces. Then they were degreased acetone and methanol in an ultrasonic cleaner for 10 min and consecutively they were etched in a sequence of H<sub>2</sub>O:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:HNO<sub>3</sub> (6:1:1) at 60°C, 20% HF and a solution of H<sub>2</sub>O:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: HCl (6:1:1) at 60°C, 20% HF. Finally, the substrates were rinsed thoroughly in de-ionized water with resistivity of 18 MΩ cm. We formed an ohmic contact thermally evaporating Al onto the backside of this substrate in a vacuum system with a pressure of 1×10<sup>-5</sup> Tor. To obtain low resistivity back ohmic contact, p-Si/Al structure was annealed at about 550 °C for 3 min in flowing dry nitrogen ambient.

In order to obtain Zn:Se nano particles in the solutions, were synthesized the selected special bacterias. Special bacteria were cultured in the Tryptic Soya Broth for 24 h at 150 rpm and 30 °C. The cell suspension (100 μl, OD<sub>600</sub> 1) was inoculated into the Luria Bertani Broth medium (20 mL) containing 1 mM ZnSO<sub>4</sub>, 1 mM SeO<sub>3</sub><sup>-2</sup> and 0.5 mM ZnSO<sub>4</sub> + 0.5 mM SeO<sub>3</sub><sup>-2</sup>. All the nanoparticles biosynthesis was conducted at 30 °C for a period of 96 h on

rotating shaker (150 rpm) at dark conditions. Control experiments without  $\text{SeO}_3^{2-}$  and  $\text{ZnSO}_4$  were performed simultaneously.

Then nanoparticles were removed from the cellular material by a procedure modified from Oremland et al. [11]. Briefly, cell suspensions containing NPs were sonicated in an ultrasonic bath (Elma/S30) at 100 W for 5 min and centrifuged at 10,000g for 10 min. Nanoparticles were resuspended, sonicated, and centrifuged (10,000g) sequentially in SDS 0.1 % 1 M NaOH and cleaned in deionized water. Cleaned Zn:Se nanoparticles were suspended in deionized water. The final solution were filtered and washed with deionized water again and Zn:Se nanoparticles were obtained in the solution. This solution of Zn:Se nanoparticles were dropped on p-Si and glass substrates (50cc solution) and they were dried on hot plate at 65°C for 60 min. Thus, ZnSe thin films were obtained. After completing the fabrication of the samples, we performed the characterization of the thin film samples. We determined the optical properties, crystal structures, surface morphology, and qualitative analysis of ZnSe thin films by using UV-VIS spectrometer (Perkin-Elmer Lambda 2S UV-Visible spectrometer), X-rays diffractometer (XRD Bruker D2,  $K_\alpha$ ,  $\lambda=1.54$  Å, Scanning angle 70°), scanning electron (FE-SEM) (Sigma 300 Model Zeiss Gemini) and electron diffusion X ray (EDX associated with FE-SEM), respectively. Thus, ZnSe thin films were obtained. At the end, another Au metal was again directly evaporated on the ZnSe thin films surfaces as rectifying contact with shadow mask cylindrical geometry of 1.00 mm diameter in vacuum pump ( $1.5 \cdot 10^{-5}$  Torr). Au/ZnSe/p-Si/Al device were fabricated. Electrical properties of the Au/ZnSe/p-Si/Al device were obtained by Keithley 2400 Picoammeter/Voltage Source meter.

### 3.1. Optical properties

Fig.1 shows the optical absorption spectra measured between 300 and 1000 nm for ZnSe thin film. The optical band gap ( $E_g$ ) values were determined from the commonly known equation of  $ah\nu=A(h\nu-E_g)^n$  [12], where A is a constant related to the effective masses of charge carriers, h is the Planck constant,  $E_g$  is the band gap energy,  $h\nu$  is the energy of the photon, and n is the exponent that depends on the nature of the optical transition (n = 0.5 and 2 for direct and indirect transition, respectively) [13]. The  $E_g$  value is calculated using  $ah\nu=A(h\nu-E_g)^n$  plot by extrapolation of the linear region of the curve. As shown in Fig. 1, the value of band gap energy  $E_g$  of ZnSe thin film is 2.24 eV.

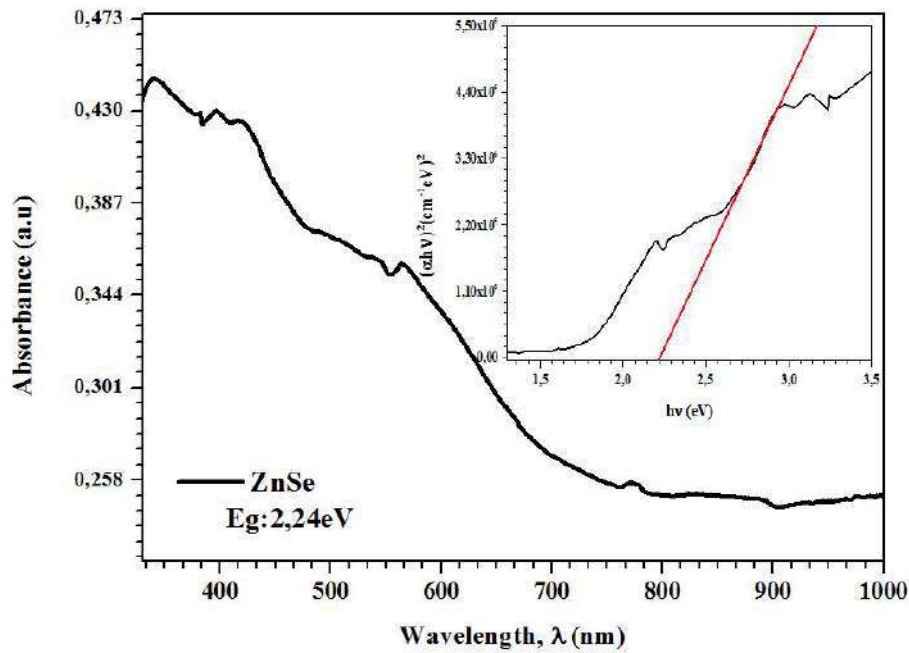


Figure 1. Variation of optical absorbance versus the wave-length of incident photons of the as-deposited and  $(\alpha h\nu)^2$  versus  $h\nu$  plots (in small frames) corresponding to ZnSe thin film.

### 3.2. Structural properties

As seen from Fig.2, ZnSe/p-Si thin film sample having a polycrystalline structure and all orientations of the planes show that this sample has a cubic crystal structure according to the applied PDF program and JCPDS database card (PDF No:01-080-0021 and JCPDS 86-1240). On the other hand, XRD patterns of the ZnSe thin film sample depicts that the presence of two predominant planes occurs at directions (200) and (220) corresponding to the  $2\theta$  degrees 31 and  $45.69^\circ$ , respectively.

Crystallite size can be evaluated by using Debye-Scherrer's formula.

$$D = \frac{0,9\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

where  $\lambda$  is the wavelength of the X-ray ( $\lambda=1.5405 \text{ \AA}$ ) and  $\beta$  is the full width at half maximum (FWHM) of the considered peak and  $\theta$  the corresponding Bragg's angle.

Table 1 shows the structural parameters of ZnSe thin film on p-Si substrate. XRD peaks of ZnSe thin films located at  $2\theta$  angles. The strongest peak and  $2\theta$  angles corresponds to and p-Si (100) crystallization.

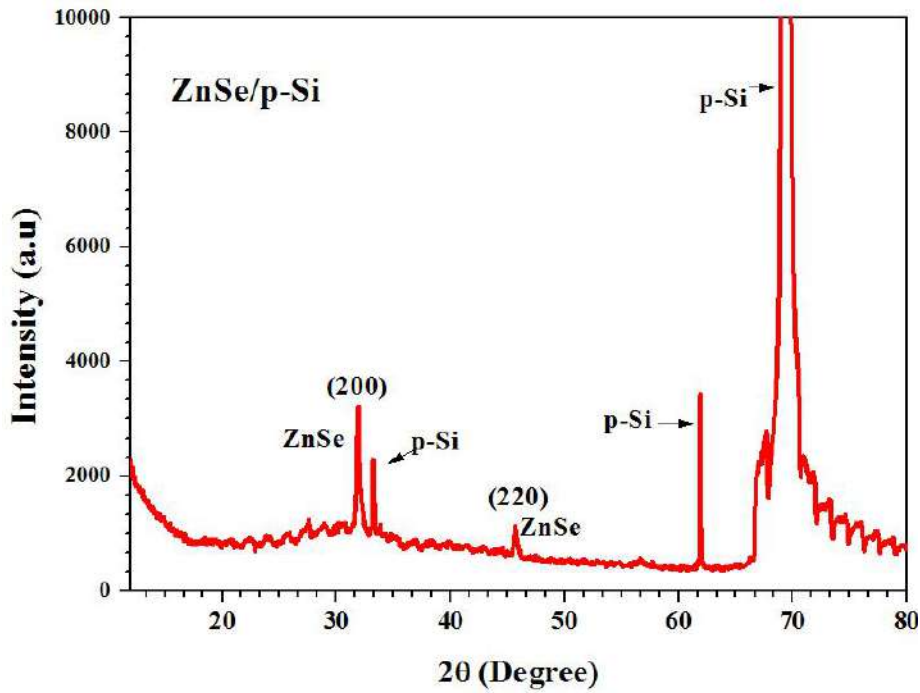


Figure 2. XRD patterns of ZnSe/p-Si structure.

Table 1. Crystal structural parameter values of ZnSe/p-Si structure

(hkl)	FWHM	Intensity (a.u.)	2θ° (Observed)	d-values (nm)	Crystal size (D) nm
(200)	0.28	1998.99	31.96	2,7986	29,56
(220)	0.34	441.64	45.69	1,9847	25,38

The surface morphology and film composition of the prepared samples were obtained from the FE-SEM and EDX analysis techniques. Fig. 3 and 4 display FE-SEM image and EDX spectrum of ZnSe thin film grown on p-Si substrates, respectively.

FE-SEM image of ZnSe thin film sample exhibits that the surface structure of the thin film has been formed by the spherically shaped polycrystals with nanoscale, distributed rather uniformly and also the surface of the thin film is covered with these polycrystals very well. As mentioned above, the ZnSe thin film is composed of a large number of uniform spherical shaped particles and the measured average diameter of spherical particles was found varying in the range 25-50 nm.

The typical EDX spectrum shown in Fig. 4 indicates the composition information on ingredients in the ZnSe/p-Si structure. As seen from Fig. 4, the elements taking place in the composition of ZnSe/p-Si structure and their percentages obtained from EDX measurements



are given in the lists. As seen from this list, the elemental composition of the structure is consisted of O, Se, Zn, and Si elements in Fig.4. These elements take place in the composition of the ZnSe/p-Si structure. The excess of oxygen ratio, it can be said that the native oxygen thickness formed on the Si crystal and the film originates from the method.

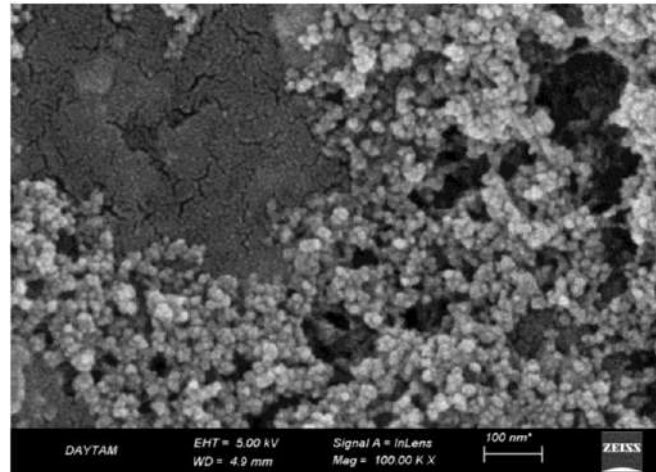


Figure.3. FE-SEM images of ZnSe/p-Si structures with magnification scale (100nm).

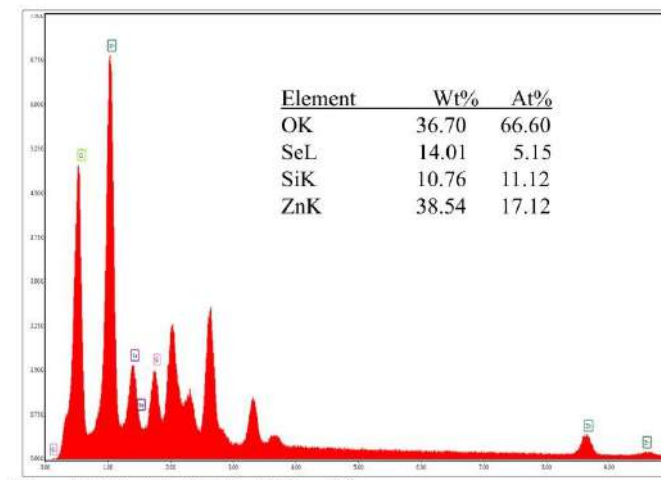


Figure.4. EDX results of ZnSe/p-Si structure.

### 3.3. IV Characteristics

The ZnSe thin film was inserted in a metal-semiconductor as interfacial layer. The obtained Au/ZnSe/p-Si/Al devices were tested under dark, room conditions with I-V measurements. Fig. 4 presents I-V characteristics graph of Au/ZnSe/p-Si Al devices at dark room conditions. The devices exhibit good rectifying properties.

In order to investigate diode properties of the device, some diode parameters such as ideality factor ( $n$ ), barrier height ( $\phi_b$ ) and series resistance ( $R_s$ ) should be calculated using various

techniques. First technique is thermionic emission theory, and this theory provides to obtain ideality factor and barrier height from I-V characteristics graph of the device. According to the thermionic emission theory, the current, I and  $I_0$  are expressed as follows:

$$I = \underbrace{AA^*T^2 \exp\left(\frac{q\Phi_B}{nkT}\right)}_{I_0} \left[ \exp\left(\frac{qV}{nkT}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

where  $I_0$  is saturation current which is obtained by the intercept of the linear region at the I-V graph and q, V, k are charge of electron, the applied bias voltage and Boltzmann's constant, respectively. T,  $A^*$  and A represent the temperature, Richardson constant ( $A^*=32 \text{ Acm}^{-2} \text{ K}^{-2}$  for p-type Si), diode area ( $=7.85 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ ), respectively.

Au/ ZnSe/p-Si/Al devices have  $2.41 \times 10^{-10} \text{ A}$  saturation current values at room temperature. For  $V \geq 3kT/q$ , the ideality factor and barrier height values can be rearranged. Ideality factor and barrier height values calculated using the thermionic emission theories on characteristic I-V graphics for Au/ZnSe/p-Si/Al are 3.00 and 0.84 eV, respectively. Higher ideality factor values in study can be attributed to barrier inhomogeneity and non-uniform distribution of the carriers in the interface [14].

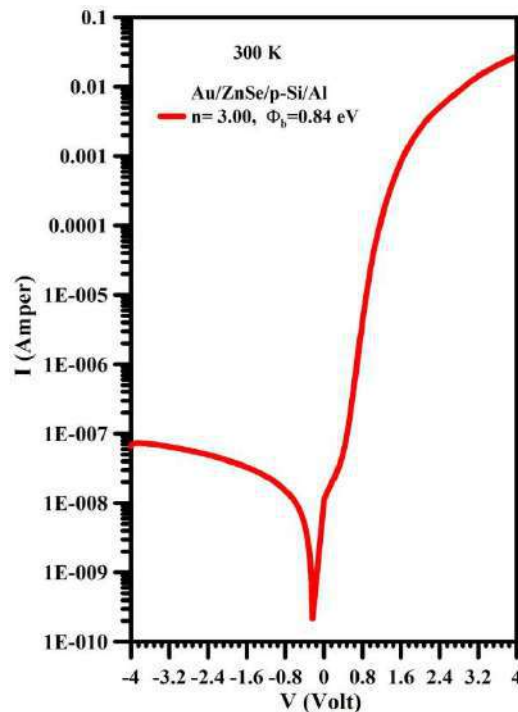


Figure.5. I-V characteristics graphs of Au/ZnSe/p-Si/Al device obtained from I-V measurements carried in dark and at room temperature.

#### 4. CONCLUSION

We synthesized ZnSe nanoparticles via green biosyntheses method and used these as interfacial thin films in Au/ ZnSe /p-Si/Al device substrate. ZnSe thin film obtained on p-Si and glass substrates. Thin film properties were investigated UV-Vis. Spectrophotometer method, XRD, FE-SEM with EDS and these results showed that ZnSe thin films were obtained successfully. XRD graph indicates that ZnSe thin films have polycrystalline structure. FE-SEM image revealed that the ZnSe thin film has nano granular structure and the structures composed to expected elements checked with EDS. The ZnSe thin film inserted between the Au metal and p-type Si, and Au/ ZnSe p-Si/Al device was obtained. The device tested by I-V measurements under dark. The obtained device has 3.00 ideality factor and 0.84 eV barrier height according to thermionic emission theory. Device has good and stable rectifying properties. It can be considered as photodiode in industrial applications.

#### References

- [1] S. Hasan, A Review on Nanoparticles: Their Synthesis and Types, *Research Journal of Recent Sci.* 1-3 (2015) 2277-2502.
- [2] G. Yang, H. Zhong, R. Liu, Y. Li, B. Zou, In Situ Aggregation of ZnSe Nanoparticles into Supraparticles: Shape Control and Doping Effects, *Ameri. Chem. Soci.* 29 (6) (2013) 1970–1976.
- [3] A. Sobhani, M. Salavati-Niasari, Optimized synthesis of ZnSe nanocrystals by hydrothermal method, *J. of Mater. Sci.: Materials in Elect.* 27 (1) (2016) 293–303.
- [4] H. I. Wang, W. Tsung Tang, L. W. Liao, P. S. Tseng, C. W. Luo, C. S. Yang, T. Kobayashi, Femtosecond Laser-Induced Formation of Wurtzite Phase ZnSe Nanoparticles in Air, *J. Nanomater.* 2012, (2012) 278364.
- [5] P. Singh, Y. J. Kim, D. Zhang, D. C. Yang, Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms, *Trends in biotech.* 34 (7) (2016) 588-599.
- [6] M. Kitching, M. Ramani, E. Marsili, Fungal biosynthesis of gold nanoparticles: mechanism and scale up *Microbial biotech.* 8 (6) (2015) 904-917.
- [7] S. A. Kumar, M. K. Abyaneh, S. W. Gosavi, S. K. Kulkarni, R. Pasricha, A. Ahmad, M. I. Khan, Nitrate reductase-mediated synthesis of silver nanoparticles from AgNO<sub>3</sub>. *Biotech. letter.* 29 (3) (2007) 439-445.
- [8] J.M. Depuydt, M.A. Haase, Guha, J. Qiu, H. Cheng, B.J.Wu, G.E. Hofler, G. Meis-Haugen, M.S. Hagedorn, P.F. Baude, Room temperature II-VI lasers with 2.5 mA threshold, *J. Cryst. Growth.* 138(1-4), 667-676.
- [9] C. Nascu, I. Pop, V. Ionscu, E. Indra, I. Bratu, Spray pyrolysis deposition of CuS thin films, *Mater. Lett.* 32(2-3) (1997) 73-77.
- [10] M.A. Korzhuev, Dufour effect in superionic copper selenide, *Phys. Solid State.* 40(2) (1998) 217-219.
- [11] Oremland RS, Herbel MJ, Switzer-Blum J, Langley S, Beveridge TJ, Ajayan PM, Sutto T, Ellis AV, Curran S. 2004. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(1): 52-60.
- [12] T. Çakıcı, B. Güzeldir, M. Sağlam, Temperature dependent of electrical characteristics of Au/n-GaAs/In Schottky diode with In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> interfacial layer obtained by using chemical spray pyrolysis method, *Journal of Alloys and Comp.* 646 (2015) 954-965.
- [13] T. Çakıcı, M. Sağlam, B. Güzeldir, The comparison of electrical characteristics of Au/n-InP/In and Au/In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>/n-InP/In junctions at room temperature *Mater. Sci. and Engin. B* 193 (2015) 61–69.
- [14] P. Kumar, K. Singh, O.N. Srivastava. 2010. *Journal of Crystal Growth* 312:2804.

## ARILARIN BİTKİLERİ ZİYARETİNDE ETKİLİ OLAN FAKTÖRLER VE DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜNDEKİ ÖNEMLERİ

\*Nagihan Gülay DEMİROL & Ömer KILIÇ

Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Park-Bahçe Bitkileri Bölümü

### ÖZET

Arılar, çiçekleri nektar ve polen toplamak amacıyla ziyaret etmekte olup, bu süreçte arılar bazı bitki türlerini ziyaret etmezken bazılarını da daha sık ziyaret etmektedirler. Arıların bitkileri ziyaretinde ekolojik şartlar, arılık çevresindeki bitki tür ile çeşitliliği, bitkinin korolla yapısı, nektar miktarı ve özellikleri, arı ve bitkiler arasındaki mesafe, polen miktarı, polenin protein ile mineral madde içeriği, polen kalitesi ile özellikleri, bitkilerin çiçeklenme zamanı ile nektar akımının başlama zamanı ve süresi, koloni gücü ile verimliliği, nektar ile polenkaynaklarının türü, farklılıkları, miktarı ve kalitesi gibi etkenler başlıca faktörlerdir. Bal arılarının bitki tercihindeki faktörlerin arıcılarca bilinerek faaliyetlerin daha bilinçli sürdürülmesi arıcılık faaliyetlerinin daha ekonomik, kazançlı, verimli olarak sürdürülmesini sağlayacak ve bu durum bölgenin kırsal kalkınmasını da artıracaktır. Ayrıca bu tür faaliyetlerin daha kazançlı hale gelebilmesi için arıcıların arı ve arıcılık ile ilgili her türlü faaliyet konusunda bilgi ve deneyimlerini sürekli artırarak güncel tutmaları gerekir.

Arılar yabancıdöllene ihtiyacı duyan kültür ve doğal bitkilerde tozlaşmayı yüksek oranda gerçekleştirerek çok büyük faydalar sağlamaktadırlar. Arılar kültür bitkilerinde tozlaşmayı gerçekleştirerek ürünün nicelik ile nitelik yönünden üstün olmasını sağlamaktadırlar. Bunun yanında arılarda doğal vejetasyondaki bitkilerin tozlaşmasını yüksek oranda sağlayarak birçok bitkinin doğal ortamda soylarını devam ettirmesi, ekolojik dengeye katkı sağlaması ve biyolojik çeşitliliği muhafaza etmesi gibi birçok faydaları bulunmaktadır. Bu durum bitkileri çeşitli amaçlarla kullanan canlıların yaşamlarını daha kaliteli olarak sürdürmelerine de olanak sağlamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Arı, Doğal Bitki Örtüsü, Arıcılık, Polinasyon.

**THE FACTORS AFFECTED ON BEES TO VISIT PLANTS AND THE IMPORTANCE OF  
NATURAL PLANT VEGETATION**

**ABSTRACT**

The bees visits the flowers to collect nectar and pollen, in this process while bees do not visit some plant species and visit some of them more frequently. Ecological conditions, variety of plant species around the apiary, structure of the plant corolla, amount and properties of nectar, distance between the bee and plants, amount of pollen, mineral content and characteristics of the pollen quality, flowering time, nectar starting time and duration, colony power efficiency, type of quantity and quality of pollen and nectar sources are the main factors of bees to visit the plants. Knowing the factors of honey bees' plant preference by beekeepers, maintaining more conscious of the activities will enable the beekeeping activities to be carried out more economically, profitably and efficiently and this will increase the rural development of the region. In addition, in order to make these activities more gainful, beekeepers need to constantly update their knowledge and experience about bee and beekeeping activities.

The bees provide a great benefit by realizing the high rate of pollination in culture and natural plants that need foreign fertilization. Carrying out the pollination by bees, the quantity and quality of product are increasing. In addition, the bees provide a high rate of pollination of plants in the natural vegetation, for these reasons many of the plants in the natural environment to continue their lineage, contribute to the ecological balance and has many benefits such as maintaining biodiversity. This situation also allows living creatures who use plants for various purposes to maintain their lives with higher quality.

**Keywords:** Bee, Natural Vegetation, Beekeeping, Pollination.

**1.GİRİŞ**

Arıların bitkileri tozlaştırdıkları ilk kez 1750 – 1800 yıllarında Alman Koelreuter ve Sprengel tarafından belirlenmiş olup, bal arıları, propolis, balmumu, arısütü, arı zehri gibi birçok besin kaynağı ve ilaç sanayinde kullanılan verimli ürünleri üretmesine ek olarak bitkilerdeki polinasyonun büyük kısmını gerçekleştirerek elde edilen ürünün kalitesinin artmasını sağlamaktadırlar. Arılar pek çok tarım ürününün tozlaştırılmasında, çok sayıda poleni taşımada fonksiyonel rol oynayan kıllı vücut yapısı, çiçek yapısına özelleşmiş beslenme davranışları ve yavrularını yetiştirmek için çiçeklerin polen ve nektarına bağlı olmaları nedeniyle tozlaşmayı sağlamada diğer polinatörlerden daha etkilidirler (Free 1993). Dünya geneline bakıldığında insanların ihtiyacı olan gıda maddelerinin % 90'nın 82 bitki türünden elde edildiği bilinmektedir ve bunlardan % 77'sinin (63 türün) polinatörleri arılardır (Delaplane ve Mayer (2000). Özellikle 39 bitki türü için arı tozlaşması mutlaka gerekmekte ve bu

yüzden tozlaşmanın yeterli düzeyde gerçekleşmesi için çiçeklenme dönemi olarak bilinen ilkbahar mevsiminde arı kolonilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Avokado bitkisinde bal arıları kullanılarak yapılan tozlaşma sonucunda ağaç başına ortalama 788 meyve üretilirken bal arısı kullanılmadığında üretilen meyve sayısı 227 olarak kaydedilmiştir (Vithanage 1990). Konuyla ilgili Crane (1975)'in yaptığı çalışmada dünya genelinde arıların polinatörlüğü sayesinde elde edilen ürün değerinin, aynı yıl üretilen balın değerinden 50 katından fazla olduğunu belirtmiştir. Bal arıları, yalnızca kültür bitkilerinde gerçekleştirdikleri tozlaşma sonucu elde edilen ürünün nicelik ve nitelik bakımından verimli hale gelmesini sağlamazlar. Bunun yanında doğadaki yabancı bitkilerde de tozlaşmayı gerçekleştirerek, bu bitkilerin çoğalıp yayılmalarına neden olurlar. Bu da yaban hayatının gelişmesini, bitki ve hayvanlardaki çeşitliliğin artmasını sağlamaktadır.

Bu derleme çalışması ile arıların bitkileri ziyaretinde etkili olan faktörler ve doğal bitki örtüsündeki önemleri vurgulanarak, konuyla ilgili tespit ve önerilerde bulunuldu.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu derleme çalışmasında arıların bitkileri ziyaretinde etkili olan faktörler ve tozlaşma vesilesiyle doğal bitki örtüsündeki önemlerini ortaya çıkarmak amacıyla literatürlerden faydalanılmıştır.

## 3. BULGULAR

Arılar da diğer tüm canlılar gibi büyüme, gelişme ve üreme gibi yaşamsal faaliyetleri gerçekleştirebilmek için karbonhidrat, protein, yağ, vitamin, mineral maddeler ve suya ihtiyaç duyar. Arıların karbonhidrat ihtiyaçları için en temel kaynak nektar iken; protein, yağ, vitamin ve mineraller için ise temel kaynak polendir. Bal arılarının yaşamlarını sürdürebilmeleri için karbonhidrat ve su yeterlidir ama yavruların büyümesi ve gelişmesi için temel besin kaynağı olan polen gereklidir (Standiferve ark., 1977; Pernal ve Currie, 2001). Arılar, karbonhidrat kaynağı olan nektar ve protein kaynağı olan polenleri toplamak için çiçeklerden yararlanırlar (Öder, 1989). Bal arılarının nektar ve polen topladıkları bitkiler farklı türlerde olabilir (Danka ve Rinderer,1986; Dietz, 1992). Bu durum nektar ve polen kaynağının yakın oluşu, miktarı, protein açısından zengin oluşu yani kalitesi ve polen çeşitliliğine bağlı olarak da değişebilmektedir (Genç ve Dodoloğlu, 2003). Bal arıları ayrıca üretilen nektar ve polenin fazla olması nedeniyle aynı türün iki çeşidi arasında çiçekleri boyut olarak daha büyük olanı seçmektedirler (Martin, 2004). Bitkilerin ürettiği nektar miktarı ve nektarın karbonhidrat içeriği; bitki türü, çiçeklenme süresi, güneş ışığı, hava sıcaklığı, ortamdaki nem ve bitkinin yaşadığı toprağın yapısı gibi faktörlerden etkilenir. Bal arılarının ziyaret ettikleri bitkilerin de çiçeklenme süresinin uzun olduğu ve şeker oranı yüksek nektar ürettikleri görülmüştür (Rabinowitch ve ark., 2003). Vansell (1934), Kleber (1935) ve Butler, (1945)'in polinasyonla ilgili yapmış oldukları çalışmalarda; bu durumun nektar kaynağının yakınlığına ve içindeki şeker yoğunluğuna bağlı olduğu saptanmıştır.Yapılan çalışmalarda bal arılarının farklı bitkisel kaynaklardaki nektarları ayırt

edebildikleri belirlenmiştir (Afik ve ark., 2006). Nektar içindeki şekerin glikoz, früktoz ya da sakkaroz olması kadar nektardaki şeker yoğunluğu da önemlidir. Nektardaki şeker yoğunluğu ne kadar fazla ise arılar tarafından o kadar fazla tercih edildiği görülmüştür. Bitkilerdeki şeker yoğunluğu ise %5 ile %74 arasında değişmekte olup, şeker yoğunluğu %18'in altında olan bitkileri arıların zorunlu durumlar dışında ziyaret etmedikleri bilinmektedir. (Sorkun, 1994). Balarılar %30–50 şeker içeren nektarları tercih ederler (Waller 1972). Genelde %15'den daha az şeker içeren nektarları toplamazlar (Wykes, 1952). Lamiaceae (Ballıbabagiller), Fabaceae (Baklagiller), Boraginaceae (Hodangiller), Asteraceae (Papatyagiller), Rosaceae (Gülgiller) familyalarına ait bitkilerin nektar yoğunluğu % 16-55 arasındadır. Bal arılarının da daha fazla bu familyalara ait bitki türlerini ziyaret ettikleri belirtilmektedir (Sorkun, 1994; Kılıç ve Kutlu, 2016). Farklı arı ürünlerini nitelik ve nicelik yönünden istenilen özellikte elde edebilmek için arılık çevresinde arıların en fazla tercih ettiği bitki tür ve familyalarının arıcılarca bilinip, bu tür bitkilerin korunarak yaygınlaşmasını sağlamak ve çiçeklenme ve nektar akımının başlama ve devam süresini bilmek en önemli faktörlerdendir.

Ergin bal arılarının, görevlerini yerine getirmeleri için gerekli enerji ihtiyaçlarını yani karbonhidratları topladıkları nektarlardan karşılarlar. Hatta yaşamlarını yalnızca karbonhidrat tüketerek sürdürebilir. Ama larva yetiştirebilmeleri ve ilk dönemlerinde dokularının, kaslarının, salgı bezlerinin ve diğer organlarının yeterince gelişebilmesi için proteine ihtiyaç duyarlar. Polen, bal arılarının ihtiyaçları olan protein, yağ, vitamin ve mineralleri karşılayan tek besin maddesi olduğundan polenin olmaması durumunda bal arısı kolonisinin yavru üretilmesi devamlılığını sağlanması mümkün değildir (Schmidt 1997, Pernal ve Currie 2001). Tarlacı bal arılarının bazı polen çeşitlerini tercih ettiği, hatta hazır ve saf halde polen sunulsa bile yüksek kaliteli olan poleni tercih ettikleri belirtilmiştir (Levin ve Bohart, 1955). Bal arıların genelde tercih ettikleri polen türlerinin bazı önemli ve değerli özelliklere sahip oldukları belirlenmiştir. Polen kalitesini belirleyen en önemli etken protein içeriğidir. Esansiyel yağ asitlerinden olan linoleik ve linolenik asitlerin polende yüksek oranlarda bulunması, yağın besleme kalitesini artırmaktadır. Ancak, bu yağ asitleri çoklu doymamış yapıya sahip olduklarından, yağın kolaylıkla oksitlenerek yapısının bozulmasına da sebep olmaktadır. Dolayısı ile bunun gibi doymamış yağ asitlerince zengin olan polenlerin, besin değerleri yüksektir ama oksitlenme suretiyle bozulmaları da çabuk olmaktadır (Baydar ve Gürel, 1998). Fabaceae (Leguminosae) üyelerinin polenleri ile diğer familya üyelerinin polenleri karşılaştırılırsa, Fabaceae familyasının hem protein hem de mineral madde açısından çok daha zengin olduğu görülür. Bal arılarının polen açısından Fabaceae familyasına ait bitkilerin polenlerini tercih ettiği de göz önüne alınırsa, bal arılarının polen seçiminde polen kalitesinin de önemli olduğu sonucu çıkarılabilir (Baydar ve Gürel, 1998). Genel olarak bal arılarının topladıkları polenlerin protein içeriği %7.5 - 35 arasında değişir, ortalama %23.7'dir (Schmidt 1997, Anonim 2012a). Polenin bileşiminde çok farklı etken rol oynadığı için farklı kaynaklarda farklı değerler yer alabilmektedir.

Çiçekli bitkiler ile arılar arasında ciddi bir ilişki olup (Moisset & Buchmann 2015), arı çeşitliliği ele alınırken bitkiler, bitki çeşitliliği ele alınırken de arılar göz ardı edilmemektedir. Arılar ve bitkiler arasındaki mutualistik ilişki sebebiyle, her iki canlıda da birbirini çekmek, cezbetmek ve etkilemek için önemli bazı adaptasyonlar gelişmiştir. Arılarda görülen adaptasyonların bazıları şu şekilde özetlenebilir: Dil uzunluğu: Dil uzunluğu tozlaşma adına önemli bir etkidir. Kısa dilli arılar daha çok Apiaceae (Maydanozgiller) gibi sığ çiçek yapısındaki bitkilerin nektarını toplarken, uzun dilli arılar daha derin çiçek yapılarındaki nektarları da toplayabilmektedirler (Michener 2007). Vücut şekli ve büyüklüğü: Farklı çiçek yapılarına uyum sağlamaları sebebiyle bal arılarının, 1.8-39 mm arasında çok farklı boyutta ve vücut şekli ile kıl yapısında türlere sahip oldukları bilinmektedir. Görme yeteneği: Arılar insanların görebildiğinden farklı spektrumdaki renkleri görebilir. Kırmızı ve daha kısa dalga boyundaki renkleri göremezlerken, daha geniş spektrumdaki mor ötesi renkleri görebilme yetenekleri vardır. Güçlü kanat kasları ile titreşim: Beslenirlerken kanat kasları sayesinde oluşturulan titreşim (buzzpollination), çiçeklerden polenin ayrılmasına ve bir bölümünün arının vücuduna yapışmasına sebep olur. Bal arısı bunu yapamadığı için bu anlamda daha etkili polinatörlerdir. Konukçu çeşitliliği: Bitki-arı ilişkisi bazı arılarda sınırlıdır. Bunlar sadece bir familyanın türlerinden polen toplarken (oligolektik), diğerleri birden fazla bitki familyasının polenini toplayan genel polinatörlerdir (polilektik). Bitkilerde görülen adaptasyonlar ise şöyle özetlenebilir: Renk: Arılar için kırmızı renk dışındaki çiçekler özellikle mavi ve sarı renkte olanlar cezbedicidir. Şekil: Petal üzerindeki çizgi veya lekeler polinatöre kılavuzluk eder. Bazı çiçeklerde bal veya nektar rehberi olarak isimlendirilen özel işaretlere sahiptirler. Koku: Tatlımsı kokular nektarla beslenenler için çekicidir. Uzun pistil: Böcekler aracılığıyla tozlaşan pek çok çiçek stamenler (ercikler) boyunca uzanan pistillere sahiptir. Bu uzun pistil yapısı, aynı çiçeğin pistiline kendi poleninin ulaşma şansını azaltırken, bir çiçekteki polenin diğer bir çiçeğe taşınma ihtimalini artırır (<https://www.learner.org/courses/essential/life/session4/closer3.html>). Hatta bazı çiçekli bitkilerin, polinatörleri olan arıları kendilerine çekmek için gösterişli çiçeklerini kullandıkları bilinmektedir. Örneğin yaban arısı orkidesi hem görüntüsüyle, hem de üreme döneminde salgıladığı bir feromonla dişi arıları taklit ederek erkek arıları kendine çekmektedir. Bir arıyı andıran orkide ile çiftleşmeye çalışan erkek arı çiçeğin üst kısmındaki üreme organında bulunan polenlerin başına yapışmasına neden olur. Orkideyle çiftleşemeyeceğini anlayan erkek arı üreme güdüsüyle hareket ederek başına yapışan polenleri aynı biçime sahip çiçeklere taşıyarak tozlaşmayı sağlar (<https://www.adrasanbalik.com/adrasana-ozgu-bitkiler-ari-orkidesi/.html>).

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye'deki arıcılığın, bu konuda daha gelişmiş ülkeler seviyesine çıkabilmesi için teknik bilgilerin uygulanması yanında, arıların kültür bitkilerinin tozlaşmasında kullanılması da en yüksek düzeyde sağlanmalıdır. Bu durum, hem arıcılığın gelişmesine yardım sağlayacak hem de bitkilerde verimin artmasına yol açarak üretimin artmasına da yardımcı olacaktır. Bal arılarının bazı çiçekleri diğerlerine



tercih etmesi çiçekli bitkilerin bal arıları ile karşılıklı ortak ilişkileri açısından oldukça önemli görülmektedir. Bu durum bal arılarının bitkisel üretimde tozlaşmayı gerçekleştirmek suretiyle tarım alanlarında verim artışına ve dolayısıyla yüksek gelir elde edilmesine imkân sağlamaktadır. Koloni gücü ve verimliliğinin yanı sıra, nektar ve polen kaynaklarının türü, varyetesi, miktarı ve kalitesi bal arılarının bitki tercihinde etkili başlıca faktörleri oluşturmaktadır. Bunun için arıcılıkta yüksek verim sağlanabilmesi; arıcılık yapılan bölgelerde yeterli nektar ve polen kaynaklarının varlığının, arı tercihlerinin, bitkilerin çiçeklenme ve nektar akımının başlama zamanı ve süresi ile nektar ve polen miktarının göz önünde bulundurulmasına bağlıdır.

Bal arılarının bitki tercihinde önemli etkisi olan bu faktörlerin dikkate alınması, arıcılıktan daha verimli ve kaliteli ürünlerin elde edilmesine olanak sağlamasının yanında, arılık yerleri ve konaklama sürelerinin belirlenmesi açısından da gezginci arıcılarımızın işlerini daha da kolaylaştıracaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşması Programı kapsamında (Proje no: PİKOM-Bitki.2018.004) desteklenmiştir

## KAYNAKLAR

Afik O., Dag A., Shafir S., 2006. The effect of avocado (*Persea americana*) nectar composition on its attractiveness to honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 37, 317–325.

Anonim 2012a. Gençer H.V. Arı Ürünleri Web sitesi: [http://www.agri.ankara.edu.tr/animal\\_science](http://www.agri.ankara.edu.tr/animal_science).

Baydar, H., Gürel, F., 1998. Antalya Dogal Florasında Bal Arısı (*Apis mellifera*)'nın Polen Toplama Aktivitesi, Polen Tercihi ve Farklı Polen Tiplerinin Morfolojik ve Kalite Özellikleri *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 22/475–482.

Butler, C. G., 1945. Influence of various physical and biological factors of the environment on honey bee activity. An examination of the relationship between activity and nectar concentration and abundance. *J. Exp. Biol.* 31, 5-12.

Crane, E., 1975. *Honey A Comprehensive Survey*, Heinemann, London.

Danka R.G., Rinderer T.E., 1986. Africanized bees and pollination, *Am. Bee J.* 126, 680–682.

Delaplane, K.S., Mayer, D.F., 2000. *Crop Pollination by Bees*, CABI Publishing, University Press, Cambridge, 344pp

Dietz A., 1992. Honeybees of the world, in: Graham J.M. (Ed.), *The hive and the honeybee*, Dadant and Sons, Hamilton, IL, pp. 23–61.

Free, J.B., 1993. *Insect Pollination of Crops*. 2. Edition, Academic Press, London, 684pp

Genç, F., Dodoloğlu, A., 2003. *Arıcılığın Temel Esasları*. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, 338 s. Erzurum.

Güler Y., 2016. Polinatör Arı Popülasyonlarının Desteklenmesinde Süs Bitkilerinin Rolü, IV. Süs Bitkileri Kongresi 19-22 Nisan 2016 /Antalya - Kongre Kitapçığı sf 122-128

<https://www.learner.org/courses/essential/life/session4/closer3.html>

<https://www.adrasanbalik.com/adrasana-ozgu-bitkiler-ari-orkidesi/.html>

**Kılıç Ö**, Kutlu M.A. 2016. Contributions to Bingol flora and beekeeping. Middle East Journal of Science, 2; 24-30.

Kleber, E., 1935. Hatdas Zeitgedachtnis Bienen biologische Bedeutung Z. vergl. Phytiol. 33, 221-62.

Levin, M.D.,Bohart, G.E., 1955. Selection of pollensbyhoneybees. AmericanBeeJournal. 95: 392–393.

Martin N.H., 2004. Flower size preferences of the honeybee foraging on Mimulus guttatus (Scrophulariaceae) Evolutionary Ecology Research, 6: 777–782.

Michener CD (2007) The Bees of the World, second edition. John Hopkins Univ. Press, Balitmor. USA. 953 pp.

Moisset B.,Buchmann S. (2015). Bee Basics: An Introduction to Our Native Bees. Forest service. USA. 40 pp

Öder, E., 1989. Bal arılarının beslenmesi. Hasad Yayıncılık, Istanbul.

Pernal, S.F. andCurrie, R.W. 2001. The influence of polen quaality on foraging behavior in honeybees (Apis mellifera L.). Springer-Verlag 51(1): 53-68

Rabinowitch H.D., Fahn A., Meir T., Lensky Y., 1993. Flower and nectar attributes of pepper plants in relation to the iratractiveness to honeybees (Apismellifera L.), Ann. Appl. Biol. 123, 221–232.

Schmidt, L.S., J.O. Schmidt, 1997. Medical Over concern; What are the Real Allergic and Healty Risks from Bee Products and Apitherapy. International Coference on: Bee Product: Properties, Applications andApitherapy P:43.Israel.

Sorkun K., (1994) Türkiye'nin Önemli Nektar Kaynağı Olan Kültür Bitkileri Ve Bal Potansiyelleri, Türkiye İl. Teknik Arıcılık Kongresi Kitapçığı sf 134 - 145

Standifer, L.N.,Moeller, F.E., Kauffeld N.M., Herbert E.W. and Shimanuki H., 1977. Supplemental Feeding OF Honey Bee Colonies. United States Department of Agriculture, Agriculture İnformation Bulletin No. 413, 8 p

Vansell, G. H., 1934. Relation between the nectar concentration in fruit blossom sand the visits of honeybees. J. Econ. Ent. 37,943-5.

Vithanage, V., 1990. The role of European honeybee in avocadopollination. J. Hort. Sci. 65,81-86.

Waller, G.D. 1972. Evaluatingresponses of honeybee stosugar solutions using an aftificial flowerfeeder. Ann. Entomol. Soc. Amer. 65.857–862

Wykes, G.R.1952. An Investigation of the Sugars Present in the Necar of Flowers and Various Species New. 51,210–215.

## H<sub>2</sub>S GAS SENSING PROPERTIES OF THE V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> SENSORS WITH NANOPATE STRUCTURE DEPOSITED BY HYDROTHERMAL METHOD

M. Ali Yıldırım, Sümeyra Tuna Yıldırım, Mert Karademir,

Ali Orkun Çağırtekin, Aytunç Ateş, Selim Acar

<sup>1</sup>Department of Electrical and Electronic Engineering, Engineering Faculty, Erzincan Binali Yıldırım University, TURKEY

<sup>2</sup>Department of Analytical Chemistry, Pharmacy Faculty, Erzincan Binali Yıldırım University,

<sup>3</sup>Department of Physics, Science Faculty, Gazi University, TURKEY

<sup>4</sup>Department of Material Engineering, Engineering and Natural Sciences Faculty,  
Ankara Yıldırım Beyazıt University, TURKEY

### Abstract:

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructures were successfully deposited on glass substrates by hydrothermal method at 180 °C for the deposition times of 4, 8, 12 h. The effect of deposition time on the structural, morphological and H<sub>2</sub>S gas sensing properties of the nanostructures were investigated by XRD, SEM and gas measurement system, respectively. The XRD and SEM studies indicated that the nanostructures had polycrystalline nature with monoclinic phase of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and the structural and morphological properties of the nanostructures depended on the deposition time. H<sub>2</sub>S gas sensing measurements were carried out as a function of temperature and gas concentrations. The sensing responses of the V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructure sensors increased with operating temperature and reached to the maximum at 210 °C. The V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructure sensors exhibited high sensing responses when exposed to H<sub>2</sub>S gas concentration in the range of 1-50 ppm at operating temperature of 210 °C. At the optimal operating temperature (210 °C) and 50 ppm H<sub>2</sub>S gas concentration, the sensing responses of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructure sensors with 4, 8 and 12 h deposition time were calculated to be 47 %, 55 % and 75 %, respectively. It was seen that the gas sensing properties of the V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructure sensor with 12 h deposition time were better than others. In addition, the sensors showed acceptable responses at temperatures below the operating temperature of 50 °C.

**Keywords:** V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Gas Sensor, Hydrothermal Method, Deposition Time

**Acknowledgements:** This study was supported by TUBITAK with Project No: 216M387.

**THE EFFECT OF DEPOSITION TIME ON OPTICAL AND ELECTRICAL  
PROPERTIES OF  
V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> NANOSTRUCTURES DEPOSITED BY HYDROTHERMAL METHOD**

**Sümevra Tuna Yıldırım, M. Ali Yıldırım,**

**Mert Karademir, Ali Orkun Çağırtekin, Aytunç Ateş, Selim Acar**

<sup>1</sup>Department of Analytical Chemistry, Pharmacy Faculty, Erzincan Binali Yıldırım  
University, TURKEY

<sup>2</sup>Department of Electrical and Electronic Engineering, Engineering Faculty, Erzincan Binali  
Yıldırım University, TURKEY

<sup>3</sup>Department of Physics, Science Faculty, Gazi University, TURKEY

<sup>4</sup>Department of Material Engineering, Engineering and Natural Sciences Faculty,  
Ankara Yıldırım Beyazıt University, TURKEY

**Abstract:**

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructures were successfully deposited on glass substrates by hydrothermal method at 180 °C for the deposition times of 4, 6, 8, 10 h. The effect of deposition time on the optical and electrical properties of the nanostructures were characterized by optical absorption measurements and temperature-dependent resistance and impedance measurements, respectively. The band gap values decreased from 2.59 to 2.42 eV with increasing deposition time from 4 h to 10 h. The refractive index (n), optical static and high frequency dielectric constants ( $\epsilon_0$ ,  $\epsilon_\infty$ ) values of the V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructures were calculated using the band gap values as a function of the deposition time.  $\ln R - 1000/T$  and Cole-Cole curves of the V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructures were obtained using temperature-dependent resistance and impedance measurements. The resistance values of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructures changed between  $10^4$ - $10^6 \Omega$  at room temperature. It was determined from Cole-Cole curves that the diameter of the half-circles decreased and the impedances of the V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructures were decreased with increasing temperature. Consequently, it can be indicated that the deposition time plays an important role on the characteristic parameters of the nanostructure and hydrothermal is a suitable method for depositing V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nanostructures.

**Keywords:** V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Hydrothermal method, Dielectric constant, Cole-Cole curve,

**Acknowledgements:** This study was supported by TUBITAK with Project No: 216M387.

## ПИТАНИЕ ЯКУТОВ В ЭПОХУ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Дохунаева А.М.1, Борисова И.З.1, Бианки И.2, Петрова М.Н.1, Лебедева У.М.1,

Винокурова А.А.1, Борисова А.А.1, Винокурова Д.М.1

1ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»

(Россия, Якутск)

2Университет г. Тура им. Франсуа Рабле (Франция, Тур)

Статья издана при финансовой поддержке РФФИ, проект «Проблема валоризации и популяризации культуры питания народов Севера в современных условиях (на примере Якутии)» № 17-21-08001

Якутская кухня - это многовековая система питания, которая отражает жизненный опыт и выносливость предков, передаваемых из поколения в поколение. В прежние времена наши предки уделяли большое внимание традиционной еде, которая распределялась по сезону и количеству, основными продуктами были рыба, мясо, молочные продукты, древесная заболонь, травы и корни. Количественные соотношения перечисленных продуктов были не всегда и везде одинаковыми, они варьировались среди разных групп якутов в зависимости от места проживания, разведения крупного рогатого скота и сельскохозяйственных угодий. Жители Якутии живут в суровых климатических и геофизических условиях, где окружающая среда является экстремальной по своей природе, следует отметить, что такие условия жизни не наблюдаются в других регионах России. Климат в Якутии резко континентальный, климатические условия отличаются различиями между зимними и летними температурами воздуха. Зимой температура может снизиться до  $-60^{\circ}\text{C}$ , а летом до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая температура составляет  $10,2^{\circ}\text{C}$  по Цельсию. В любой точке мира флуктуации не превышают  $100^{\circ}\text{C}$ . Многовековая система питания якутов является неотъемлемым компонентом «сезонной адаптации» к суровому климату, поскольку традиционное питание компенсирует негативное воздействие климата на организм человека.

Сегодня, в эпоху глобализации питания, возникает вопрос сохранения традиционного питания, поскольку современная система питания является естественным процессом и механизмом изменения привычек питания. Признаками глобализации на территории Якутии является агрессивное распространение сетей «быстрого питания» и услуг «по доставке еды». Отрицательная сторона глобализации является сегмент развития фаст-фуда, где принцип количества доминирует над качеством продуктов питания, потому что это эффективный, быстрый и гарантированный результат, основанный на манипулятивных методах и умелом представлении товарного знака. Прогресс и универсализация пищевой культуры других народов мира способствуют изменению этнокультурных навыков питания, якуты «часто» заказывают «фаст-фуд, суши и пиццу», которые пользуются популярностью и доминируют в рационе питания. Следует также отметить, что среди якутской молодежи популярностью пользуется «селфи с едой» и «селфи во время еды» как «еда в режиме онлайн».

В этой связи мы изучили питание якутов в условиях глобализации среди взрослых, молодежи и школьников в возрасте от 10 до 72 лет. Результаты опроса свидетельствуют о недостаточном потреблении традиционной пищи среди взрослых, молодежи и школьников. Низкое потребление традиционной пищи показывает люмпенизацию населения как снижение национальной идентичности.

## СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ БОЛЬНИЦ

ДР. РАИСА БАБАДИШИШВИЛИ  
Тбилисский государственный университет

Современная больница – это развивающийся организм, в котором необходима реализация предложений докторов с их новыми методами лечения и диагностики, уют и надежность пациентов, удобство и продуктивность работы штата. За долгие годы медицина получила такой толчок к изменениям, что это, под давлением обстоятельств, отразилось в современных архитектурных формах, медицинских и строительных технологиях, более серьезном подходе к дизайну. Больницы больше не отделены от мира, они перестали быть закрытыми «местами боли и страдания», клиники становятся более интерактивными современными домами здоровья и надежды.

Сейчас посетителям больницы отводится центральная роль. Именно вокруг них обязана вращаться вся сложная машина современной больницы. В каком-то смысле – это настоящий переворот, ведь до этого времени клиники в основном проектировались на основе стандартов и требований к организации работы персонала. Ориентированная на пациента больница должна не только обеспечивать эффективный медицинский процесс, но и решать его проблемы, обеспечивать его необходимой информацией, комфортом, уверенностью и безопасностью.

В нашей стране больница является местом, куда хочется меньше всего попасть. Но если и заболевает человек, то хочется попасть в медицинское учреждение, которое оформлено в позитивной атмосфере, чтобы поскорей выздороветь.

На протяжении долгого времени при строительстве поликлиник, больниц и других медицинских учреждений о дизайнерском решении никто не вспоминал. Функциональность всегда оставалась в приоритете. За последние десятилетия архитекторы как Европы, так и Америки уже стали обращать внимание на то, что тщательно продуманный дизайн, создающий комфортную, практически домашнюю обстановку помогает в восстановлении не хуже, чем современные методы лечения.

## **ELECTRONIC HEALTH RECORDS OF KAZAKHSTAN**

Dr. Bakygul Tursunbayeva  
Al Farabi Kazakh National University

From January 1, 2019 in Kazakhstan they announced the full transition of hospitals to paperless workflow. According to the Ministry of Health, data of 17.3 million people or 93.4% of the total population of the country are now digitized. The first stage of registration of an electronic health passport is registration in the information system. For the security of personal data, the Ministry of Health presents IT companies with a number of requirements and standards that must be met. This article will discuss the pros and cons of using applications for smartphones and registration through a personal computer.

**DETERMINATION OF PHOTON INTERACTION PARAMETERS OF Dy<sup>3+</sup> DOPED  
DIAMAGNETIC GLASSES**

**Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>1\*</sup>**

<sup>1\*</sup>Faculty of Sciences, Department of Physics, Atatürk University, TR-25240 Erzurum,  
TURKEY/ e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

**ABSTRACT**

Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compound containing Dy<sup>3+</sup> is a useful potential material for technological applications such as scintillator, mid infrared laser and Faraday rotation materials in high energy physics, general radiation and magneto optical sensing systems. Due to their superior properties, it is technologically interesting and attractive to investigate the radiation shielding properties of glasses containing Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. For this reason, in this study, it is aimed to determine the photon interaction parameters of 10GeO<sub>2</sub>-30PbO-50Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(10-x)B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-xDy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (x=0; 1; 3 and 5 molar%) diamagnetic glasses. In accordance with this purpose, the photon interaction parameters of these diamagnetic glasses containing with and without Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were calculated at the energy region from 15keV to 15MeV. These calculated parameters are linear attenuation coefficient, mass attenuation coefficient, mean free path, half-value layer, total atomic and electronic cross-sections and effective atomic number. In order to evaluate their usability in radiation shielding applications, the all parameters were also calculated in the same energy range for the RS 360 and RS 253 glasses, which are widely used in radiation shielding applications. The all results obtained were plotted as function of incident photon energy and evaluated in terms of both incident photon energy and molar amount of Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compound. Additionally, the all parameters obtained for the present diamagnetic glasses were compared with the corresponding results obtained for the RS 360 and RS 253 glasses and the usability of the present glasses in radiation applications was examined. Consequently, the results calculated showed that the present diamagnetic glasses have very good radiation shielding properties and can be used in nuclear applications.

**Keywords:** *Mass attenuation coefficient, effective atomic number, diamagnetic glasses.*



## Dy<sup>3+</sup> KATKILANMIŞ DIAMANYETİK CAMLARIN FOTON ETKİLEŞİM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Fen Fakültesi Fizik Bölümü Atatürk Üniversitesi, TR-25240 Erzurum, TÜRKİYE  
e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

### ÖZET

Dy<sup>3+</sup> içeren Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşiği, sintilatör, yüksek enerji fiziğinde orta kızılötesi lazer ve Faraday rotasyon malzemeleri, genel radyasyon ve magneto optik algılama sistemleri gibi teknolojik uygulamalar için faydalı bir potansiyel malzemedir. Üstün özellikleri sebebiyle, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren camların radyasyon zırlama özelliklerinin incelenmesi teknolojik açıdan ilginç ve çekicidir. Bu sebeple, bu çalışmada, 10GeO<sub>2</sub>-30PbO-50Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(10-x)B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-xDy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (x=0; 1; 3 ve 5 molar%) diamanyetik camların foton etkileşim parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren ve içermeyen bu diamanyetik camların foton etkileşim parametreleri 15 keV ila 15 MeV enerji aralığında hesaplandı. Hesaplanan bu parametreler, lineer azaltma katsayısı, kütle azaltma katsayısı, ortalama serbest yol, yarı-değer kalınlığı, toplam atomik ve elektronik tesir kesitleri ve etkin atom numarasıdır. Bu camların radyasyon zırlama uygulamalarında kullanılabilirliğini değerlendirmek için tüm parametreler aynı enerji aralığında radyasyon zırlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan RS 360 ve RS 253 camları için de hesaplandı. Elde edilen tüm sonuçlar uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak çizildi ve hem uyarıcı foton enerjisi hem de Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşiğinin molar miktarı açısından değerlendirildi. Ayrıca, incelenen diamanyetik camlar için elde edilen tüm parametreler RS 360 ve RS 253 camları için elde edilen değerlerle karşılaştırıldı ve incelenen camların radyasyon uygulamalarında kullanılabilirliği değerlendirildi. Sonuç olarak, elde edilen sonuçlar incelenen diamanyetik camların çok iyi radyasyon zırlama özelliğine sahip olduğunu ve nükleer uygulamalarda kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Kütle azaltma katsayısı, etkin atom numarası, diamanyetik camlar.*

## 1. GİRİŞ

Radyasyon sızıntısı canlı organizmalar üzerinde ciddi etkiler yaratabilir (Møller ve Mousseau, 2013). Radyasyonun insan günlük aktivitelerindeki geniş uygulamaları nedeniyle, gün geçtikçe uygun radyasyon koruma için güvenlik talebi artmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, radyoloji de dâhil olmak üzere birçok farklı alanda kullanılan X- ve gama ışınları gibi yüksek enerjili elektromanyetik radyasyon için yeni koruyucu materyaller geliştirmeye çalışmaktadırlar. Kurşun (Pb) radyasyon koruma uygulamaları için kullanılan iyi bilinen bir elementtir. Ancak bu elementin düşük erime noktası (327.5 ° C), zayıf mekanik mukavemet ve toksisite gibi bazı sınırlı karakteristik özelliklerinden dolayı, kurşun içermeyen yeni tip zırhlı malzemeler geliştirmek gerekir. Bu amaçla, yüksek yoğunluklu, iyi mekanik dayanım, düşük kimyasal aşınma, yüksek şeffaflık, yüksek erime sıcaklığı ve düşük maliyetli yeni koruyucu malzemeler tasarlamak önemlidir. Literatürde, yukarıda bahsedilen tribolojik özelliklere sahip koruyucu malzemeleri üretmek ve geliştirmek için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu amaçla son dönemlerde özellikle cam numune geliştirilmesinde önemli sayıda çalışma vardır (Ersundu ve ark., 2018; Kumar ve ark., 2019; Kurudirek ve ark., 2018; Sayyed, 2016; Sayyed and Elhouichet, 2017; Singh ve ark., 2003).

Dy<sup>3+</sup> içeren Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bileşiği, son dönem teknolojik uygulamalarında (sintilatör, yüksek enerji fiziğinde orta kızılötesi lazer ve Faraday rotasyon malzemeleri, genel radyasyon ve magneto optik algılama sistemleri ) önemli bir yere sahiptir. Üstün özellikleri sebebiyle, Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren camların radyasyon zırhlama özelliklerinin incelenmesi teknolojik açıdan ilginç ve ilgi çekicidir. Bu çalışmada Chen ve ark. (2019) tarafından üretilen ve 10GeO<sub>2</sub>-30PbO-50Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(10-x)B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-xDy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (x=0; 1; 3 ve 5 molar%) kompozisyonlarına sahip 3 farklı cam numunesinin radyasyon soğurma yetenekleri teorik olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, standart zırhlama malzemeleri olan RS 253 ve RS 360 camları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan Dy camlarının kütlece yüzde bileşenleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Dy<sup>3+</sup> katkılı camlarda yer alan elementlerin kütlece bileşenleri (%) (Chen ve ark. (2019))

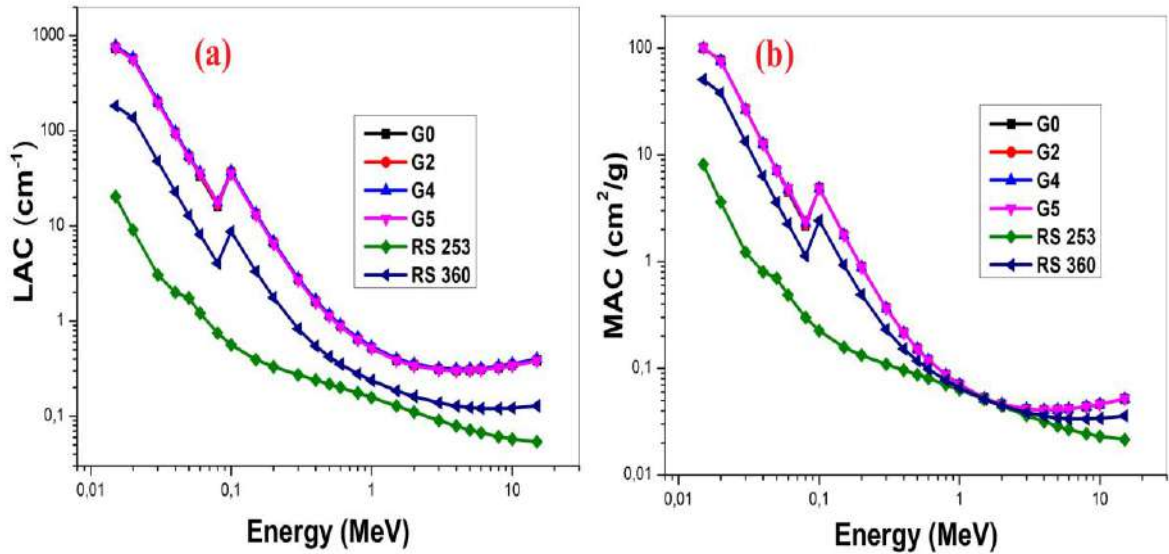
Numune	Yoğunluk g/cm <sup>3</sup>	Ortalama						
		Molekül Ağırlığı (g/mol)	Ge	O	Pb	Bi	B	Dy
G0	7.45	317.36	0.027	0.123	0.076	0.766	0.008	0.000
G2	7.59	320.40	0.026	0.122	0.075	0.758	0.007	0.012
G4	7.71	326.46	0.026	0.119	0.074	0.742	0.005	0.035
G5	7.37	332.53	0.025	0.117	0.072	0.726	0.004	0.056

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, ilk olarak, Dy<sup>3+</sup> katkılı camların radyasyon soğurma kapasitelerini belirlemek amacıyla, incelenen camların, kütle azaltma katsayıları (MAC) ve lineer azaltma katsayıları (LAC) 0.015-15 MeV enerji aralığında hesaplanmıştır. Elde edilen LAC değerleri kullanılarak, Dy<sup>3+</sup> camlarının, radyasyonu şiddetini yarıya indirmek için gerekli olan kalınlık değerleri (HVL) ve ortalama serbest yolları (MFP) hesaplanmıştır. Ayrıca bu camların, gelen fotonlar karşısında hangi atom gibi davrandığını belirten parametre olan etkin atom numarasını ( $Z_{eff}$ ) hesaplamak için atomik ve elektronik tesir kesitlerinin hesaplamaları geniş enerji aralığında yapılmıştır. Çalışmada WinXCOM (Gervard ve ark. 2004) programı tabanlı PSD (Photon Shielding and Dosimetry) programı kullanılmıştır. PSD, oldukça kısa zaman zarfında, birçok zırhlama parametresini yüksek doğrulukla hesaplayabilen programdır. Hesaplamalar için gerekli prosedür bizim önceki makalemizde detaylı bir şekilde açıklanmıştır (Ersundu ve ark., 2018).

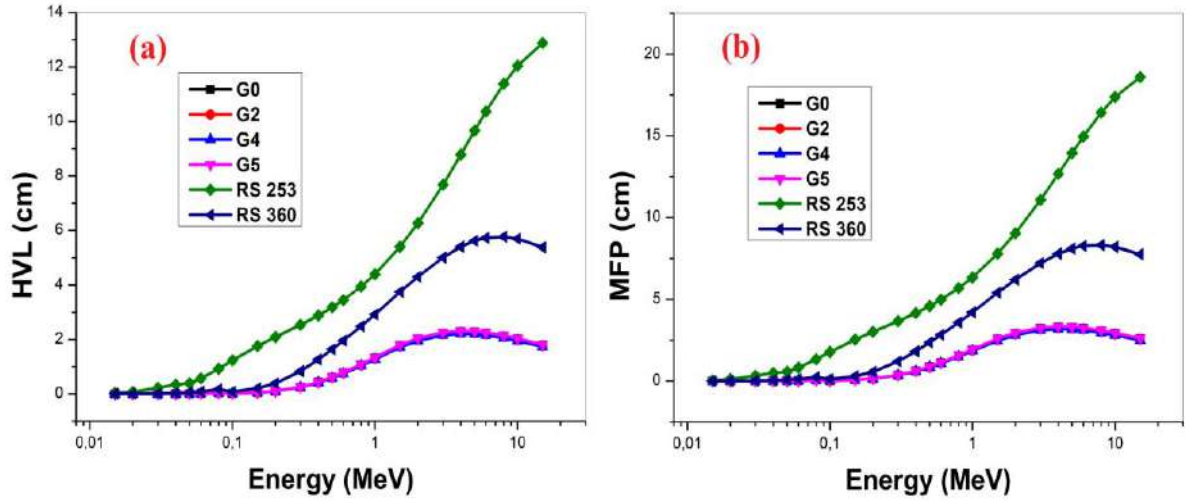
## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Dy<sup>3+</sup> katkılı diyamanyetik camların 0.015-15 MeV enerji aralığında elde edilen LAC ve MAC grafikleri Şekil 1a,b'de verilmiştir. Bu grafiklerden görüldüğü üzere, tüm enerji aralığında Dy katkılı camların soğurma katsayıları standart soğurma malzemesi olarak kullanılan RS 253 ve RS 360 camından daha yüksektir. Dolayısıyla, Dy katkılı camlar, diğer standart camlardan daha iyi düzeyde radyasyon tutma kapasitesine sahiptirler. Dy camları içerisinde yer alan Pb ve Bi elementlerinden dolayı 0.088 MeV düzeyinde grafiklerde bir sıçrama görülmektedir. Bu sıçrama, Pb ve Bi elementlerinin K tabakası soğurma kıyısından kaynaklanmaktadır. Ayrıca aynı durum Pb elementi içeren RS 360 camında da mevcuttur.



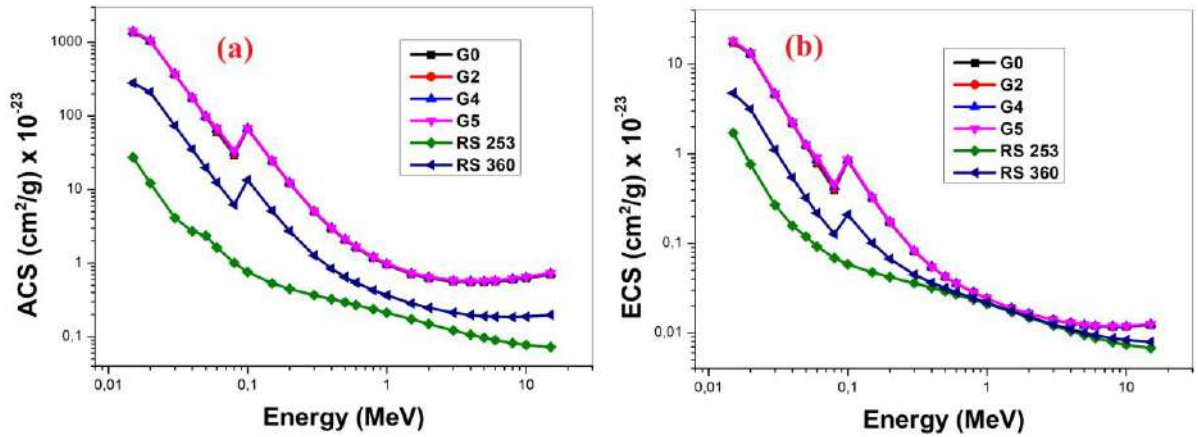
Şekil 1. Dy<sup>3+</sup> katkılı camlar ile RS 253 ve RS 360 camlarının 0.015-15 MeV enerji aralığındaki (a) LAC ve (b) MAC değerlerinin değişim eğrileri.

Gelen radyasyon şiddetini yarıya indirmek için gerekli kalınlık olan HVL değerleri ile fotonların numune içinde ilerleyebileceği ortalama serbest yol (MFP) değerlerinin sürekli enerji aralığında ki değişimleri Şekil 2 a, b’de verilmiştir. Bilinmektedir ki, daha düşük HVL ve MFP değerlerine sahip olan malzemeler, daha iyi düzeyde radyasyon tutma kapasitesine sahiptirler. Grafiklerden görüldüğü üzere tüm enerji aralığında, Dy katkılı camlar için HVL ve MFP değerleri diğer camlardan daha düşük düzeydedir. Bu da bu camların radyasyon tutma kapasitelerinin diğer camlardan daha iyi olduğunu bir diğer kanıtıdır.



Şekil 2. Dy<sup>3+</sup> katkılı camlar ve RS serisi camların geniş enerji aralığında ki (a) HVL ve (b) MFP değişim eğrileri.

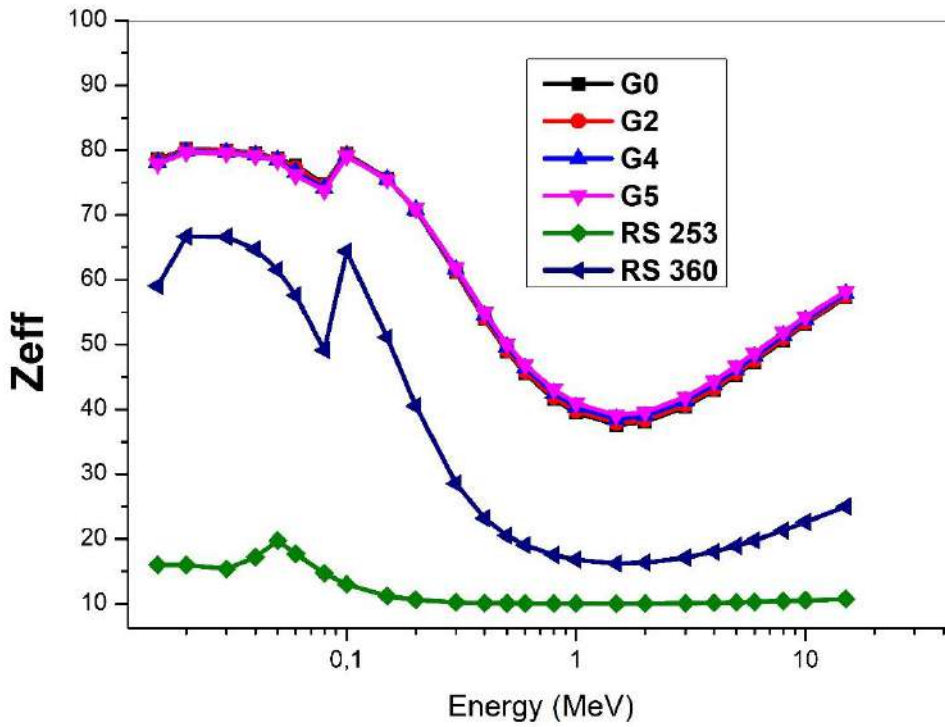
Malzemelerin herhangi bir enerjiye sahip fotonlar ile etkileşim süreçlerinde birim hacimdeki malzeme atomları ve elektronları ile etkileşim ihtimaliyetini gösteren diğer radyasyon zırlama parametreleri ise sırasıyla toplam atomik ve elektronik tesir kesitleridir. Bu çalışmada yukarıda verilen parametrelere ek olarak incelenen malzemelerin ve karşılaştırma için seçilen RS 253 ve RS 360 camlarının ACS ve ECS değerleri hesaplandı ve elde edilen sonuçlar uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Dy<sup>3+</sup> katkılı camlar ve RS serisi camların geniş enerji aralığında ki (a) ACS ve (b) ECS değişim eğrileri.

Şekil 3 incelendiğinde,  $Dy^{+3}$  katkılı camlar ve RS serisi camların artan foton enerjisi ile ACS ve ECS değerlerinin azaldığı ve  $Dy^{+3}$  katkılı camların ACS ve ECS değerlerinin RS serisi camlardan daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum seçilen bir enerji değerindeki fotonların malzemenin birim hacmindeki atomlar ve elektronlar ile etkileşim ihtimaliyetinin  $Dy^{+3}$  katkılı camlarda RS serisi camlara göre daha yüksek olduğunu gösterir. Bu da o enerjideki fotonların  $Dy^{+3}$  katkılı camlar tarafından daha fazla soğurulduğunun göstergesidir.

Yukarıda hesaplanan parametrelere ek olarak incelenen camlar ve karşılaştırma numuneleri olana RS serisi camlar için, birden fazla elementten oluşan maddelerin karakteristikleri hakkında temel bilgiler sağlayan etkin atom numarası hesaplanmıştır. Bu parametre bir sınıf içerisinde var olan malzemelerin temel karakteristik özelliklerine göre tıpkı saf element atomlarında olduğu gibi gruplandırılmasını sağlar. Ayrıca, etkin atom numarası ayrıca radyasyonun madde ile etkileşimini gösteren bir nicelik olması nedeniyle radyasyon zırhlama tasarımı, soğurulan doz ve foton build-up faktörlerinin hesaplanmasında da kullanılabilir. Bazı hallerde, bir maddenin kimyasal kompozisyonu hakkında ilk bilgileri elde etmek için etkin atom numarası kullanılabilir. Bu sebeple radyasyon, nükleer ve medikal uygulamalarda başvurulan bir parametredir. Bu sebeple  $Dy^{+3}$  katkılı camlar ve önemli radyasyon zırh malzemeleri olan RS 253 ve RS 360 camlarının etkin atom numarası için elde edilen değerler uyarıcı foton enerjisinin bir fonksiyonu olarak Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4.  $Dy^{+3}$  katkılı camlar ve RS serisi camların geniş enerji aralığında etkin atom numaralarının değişim eğrisi.

**Şekil 4** incelendiğinde, incelenen  $Dy^{+3}$  katkılı camların sahip olduğu etkin atom numarası değerlerinin birbirlerine benzer olduğu ve radyasyon zırhlamada kullanılan RS serisi camlardan ise oldukça yüksek olduğu gözlenmektedir.  $Dy^{+3}$  katkılı camların hemen hemen aynı  $Z_{eff}$  değerlerine sahip olmasının sebebi benzer kimyasal kompozisyonlara ve malzeme atomlarının atomik yüzdelerinin yakınlığına atfedilebilir.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada,  $10GeO_2-30PbO-50Bi_2O_3-(10-x)B_2O_3-xDy_2O_3$  ( $x=0; 1; 3$  ve  $5$  molar%) diamanyetik camların foton etkileşim parametrelerinin belirlenmesi ve bu parametreler yardımı ile bu camların foton zırhlama performanslarının değerlendirilmesi amacıyla,  $Dy_2O_3$  içeren ve içermeyen bu diamanyetik camların lineer azaltma katsayısı, kütle azaltma katsayısı, ortalama serbest yol, yarı-değer kalınlığı, toplam atomik ve elektronik tesir kesitleri ve etkin atom numarası değerleri  $15$  keV- $15$  MeV geniş enerji aralığında hesaplandı. Bu camların radyasyon zırhlama uygulamalarında kullanılabilirliğini değerlendirmek için tüm parametreler aynı enerji aralığında radyasyon zırhlama uygulamalarında yaygın olarak kullanılan RS 360 ve RS 253 camları için de hesaplandı. Elde edilen tüm sonuçlara göre,  $Dy^{+3}$  katkılı diamanyetik camların karşılaştırılan RS serisi camlardan daha iyi foton zırhlama kapasitesine sahip olduğu elde edilmiştir. Bu camları literatürde (Chen ve ark. (2019)) belirtilen üstün özelliklerinin yanı sıra üstün radyasyon performanslarının bu çalışmada ortaya çıkarılması sonucu ile bu cam malzemelerin radyasyon fiziği, nükleer fizik, radyasyon dozimetri gibi teknolojik ve endüstriyel alanlarda alternatif zırh malzemesi olarak kullanılabileceği ve hali hazırda mevcut olan zırh malzemelerinden bu bakımdan daha iyi performans göstereceği bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

#### KAYNAKLAR

- Møller A.P., Mousseau T.A., (2013), The effects of natural variation in background radioactivity on humans, animals and other organisms. *Biological Reviews* 88, 226-254.
- Ersundu A.E., Buyukyildiz M., Ersundu M.C., Sakar E., Kurudirek M., (2018), The heavy metal oxide glasses within the  $WO_3-MoO_3-TeO_2$  system to investigate the shielding properties of radiation applications. *Progress in Nuclear Energy* 104, 280-287.
- Kumar A., Kaur R., Sayyed M., Rashad M., Singh M., Ali A.M.J.P.B.C.M., (2019), Physical, structural, optical and gamma ray shielding behavior of  $(20+x) PbO-10 BaO-10 Na_2O-10 MgO-(50-x) B_2O_3$  glasses. 552, 110-118.
- Kurudirek M., Chutithanapanon N., Laopaiboon R., Yenchai C., Bootjomchai C., (2018), Effect of  $Bi_2O_3$  on gamma ray shielding and structural properties of borosilicate glasses

- recycled from high pressure sodium lamp glass. *Journal of Alloys and Compounds* 745, 355-364.
- Sayyed M.I., (2016), Bismuth modified shielding properties of zinc boro-tellurite glasses. *Journal of Alloys and Compounds* 688, 111-117.
- Sayyed M.I., Elhouichet H., (2017), Variation of energy absorption and exposure buildup factors with incident photon energy and penetration depth for boro-tellurite (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TeO<sub>2</sub>) glasses. *Radiat Phys Chem* 130, 335-342.
- Singh H., Singh K., Gerward L., Singh K., Sahota H.S., Nathuram R., (2003), ZnO-PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> glasses as gamma-ray shielding materials. *Nucl Instrum Meth B* 207, 257-262.
- Chen Q., Zhang M., Ma Q., Wang Q., (2019), The structure, spectra and properties of Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub> modified diamagnetic lead-bismuth-germanium glasses. *J. of Non Crys. Solids*, 507, 46-55
- Gerward L., Guilbert N., Jensen K.B., Levring H., (2004), WinXCom - a program for calculating X-ray attenuation coefficients. *Radiat Phys Chem* 71, 653-654.

## CALCULATION OF STOPPING POWER AND RANGE OF HEAVY IONS RADIATION OF W-BASED HEAVY ALLOYS

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Faculty of Science, Department of Physics, Ataturk University, TR- 25240, Erzurum-TURKEY/ e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

<sup>2</sup> Technical Scientific Vocational School, Department of Electricity and Energy, Bayburt University, 69000, Bayburt-TURKEY/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

### ABSTRACT

In this study we studied interactions of heavy ions radiation with W-based heavy alloys (WBHAs). This paper presents stopping power (MeV/cm) and ranges ( $\mu\text{m}$ ) of electrons, protons and alpha particles for WBHAs and also presents the fast neutron removal cross-sections ( $\text{cm}^{-1}$ ). The stopping powers and ranges were calculated from the theory of Bethe-Bloch formula. This has been done for three different heavy alloys ( $\text{W}_{90}\text{Ni}_6\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ;  $\text{W}_{90}\text{Ni}_3(\text{NiB})_3\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ;  $\text{W}_{90}(\text{NiB})_6\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ) at different energies (from 0.01 MeV to 20 MeV) of the ions. All these calculations were done using different programs; SRIM and ESTAR. The stopping powers calculated for the electron are collision stopping power, radiative stopping power and total stopping power. Also, the stopping powers calculated for proton and alpha are electronic stopping power, nuclear stopping power and total stopping power. Additionally, to be able to make a satisfying assessment about heavy ions radiation of WBHAs, all calculations have been also made for ordinary concrete (OC) and steel-scrap concrete (SS) most commonly used as shielding material in many nuclear applications. The obtained results have been plotted as function of kinetic energy and evaluated in terms of both alloy composition and kinetic energy of ions. According to the results obtained, the stopping powers obtained for WBHAs are higher than the stopping powers of the present shielding concretes and the calculated range values for the WBHAs are smaller than those of the present shielding concretes. This results have been shown that the WBHAs are more efficient than the present shielding concretes in terms of heavy ion radiation. This situation is evidence that these materials can be used in nuclear applications.

**Keywords:** *Stopping power, range, heavy ion, heavy alloy.*



## W-TABANLI AĞIR ALAŞIMLARIN AĞIR İYON RADYASYONLARI İÇİN DURDURMA GÜCÜ VE MENZİLLERİNİN HESAPLANMASI

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ŞAKAR<sup>1\*</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin ALIM<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Fen Fakültesi Fizik Bölümü Atatürk Üniversitesi TR-25240, Erzurum-TÜRKİYE/  
e-mail: [erdem@atauni.edu.tr](mailto:erdem@atauni.edu.tr)

<sup>2</sup>Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Bayburt  
Üniversitesi, 69000, Bayburt-TÜRKİYE/ e-mail: [balim@bayburt.edu.tr](mailto:balim@bayburt.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, W-tabanlı ağır alaşımları (WBHA) ile ağır iyon radyasyonu etkileşimleri üzerine çalıştık. Bu makale, WBHA'lar için elektronların, protonların ve alfa parçacıklarının durdurma gücü (MeV/cm) ve aralıklarını ( $\mu\text{m}$ ) sunar ve ayrıca hızlı nötron uzaklaştırma tesir kesitlerini ( $\text{cm}^{-1}$ ) sunar. Durdurma güçleri ve aralıkları Bethe-Bloch teorisi formülünden hesaplandı. Bu hesap iyonların farklı enerjilerinde (0.01 MeV den 20 MeV'e) üç farklı ağır alaşım ( $\text{W}_{90}\text{Ni}_6\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ;  $\text{W}_{90}\text{Ni}_3(\text{NiB})_3\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ;  $\text{W}_{90}(\text{NiB})_6\text{Fe}_2\text{Co}_2$ ) için yapıldı. Bu hesaplamaların tamamı farklı programlar (SRIM ve ESTAR) kullanılarak yapıldı. Elektronlar için hesaplanan durdurma güçleri, çarpışma durdurma gücü, ışınlı durdurma gücü ve toplam durdurma gücüdür. Ayrıca, proton ve alfa parçacıkları için hesaplanan durdurma güçleri, elektronik durdurma gücü, nükleer durdurma gücü ve toplam durdurma gücüdür. Bunlara ek olarak, WBHA'ların ağır iyon radyasyonu hakkında tatmin edici bir değerlendirme yapabilmek için, tüm hesaplamalar birçok nükleer uygulamada zırh malzemesi olarak sıkça kullanılan geleneksel beton (OC) ve çelik hurda betonu (SS) için de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar kinetik enerjinin bir fonksiyonu olarak çizildi ve hem alaşım bileşimi hem de iyonların kinetik enerjisi açısından değerlendirildi. Elde edilen sonuçlara göre, WBHA'lar için elde edilen durdurma güçleri verilen zırh betonlarının durdurma güçlerinden daha yüksektir ve WBHA'lar için hesaplanan aralık değerleri verilen zırh betonlarından daha küçüktür. Bu sonuçlar, WBHA'ların verilen zırh betonlarından ağır iyon radyasyonu açısından daha verimli olduğunu göstermiştir. Bu durum, bu malzemelerin nükleer uygulamalarda kullanılabileceğinin kanıtıdır.

**Anahtar Kelimeler:** *Durdurma gücü, aralık, ağır iyon, ağır alaşım.*

## 1. GİRİŞ

Tungsten tabanlı ağır alaşımlar (WHBA), yüksek mukavemet, yüksek erime noktası ve iyi korozyon dirençleri nedeniyle birçok önemli alanda yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır [1-4]. Genel olarak bu alaşımlar, ağırlıkça %88-98 oranlarında tungsten ve sıvı faz sinterlemesi sırasında yoğunlaşmayı desteklemek amacıyla, kütlece %2-12 aralığında bağlayıcı malzemeler içerirler. Ni-Fe, Ni-Cu, Co-Ni alaşımları bağlayıcı olarak kullanılan en yaygın malzemelerdir. Sengupta ve Debata, bu bağlayıcıların kullanıldığı bazı çalışmalarını rapor etmişlerdir [5]. Bu bağlayıcılara ek olarak; Re, Mo, Ta ve Co elementlerinin de alaşımların mekanik özelliklerini geliştirdiğine dair çalışmalar mevcuttur [6-10]. Bu elementler arasında Co kullanımının, WHBA'ların esneklik, yapışma dayanımı ve gerilme dayanımını iyileştirici olduğu kanıtlanmıştır [11-12]. Sengupta ve Debate [5] yaptıkları çalışmada W-Fe-Co alaşımına çeşitli oranlarda Ni ve NiB (toplam %6) katkılanması yaparak, bu yeni alaşımların sinterleme sıcaklığı ve katkılanan Ni ve NiB'un malzeme içindeki bulunma yüzdelerine bağlı olarak, bu yeni alaşımların, kristalizasyon ve çeşitli tribolojik özellikleri incelemişlerdir.

Artan insan nüfusuna paralel olarak, enerji ihtiyacı da günden güne artmaktadır. Bu kapsamda, nükleer santraller, yüksek enerji üretimi potansiyelleri ile her geçen gün daha büyük öneme sahip olmaktadır. Ancak, nükleer santrallerde ortaya çıkan radyasyonun, hem insan hem de çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkileri mevcuttur. Bu etkileri minimize etmek amacıyla, reaktör etrafında oldukça geniş radyasyon güvenliği mevcuttur. Reaktörlerde zırh malzemesi olarak kullanılacak malzemelerin, iyi radyasyon soğurma özelliklerinin yanı sıra, yüksek sıcaklık dayanımının da olması gereklidir. Çünkü reaktörlerde ortaya çıkan nötronlar, reaktör etrafında bulunan malzemelerin çekirdekleri ile etkileşerek, bu malzemelerin ısınmasına ve buna bağlı olarak da malzemelerde çatlakların oluşmasına, dolayısıyla radyasyon sızıntısına neden olurlar. Bu nedenle yüksek sıcaklık direncine sahip zırh malzemelerinin reaktörler etrafında zırh malzemesi olarak kullanılması gereklidir. Literatürde yüksek sıcaklık direncine sahip çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

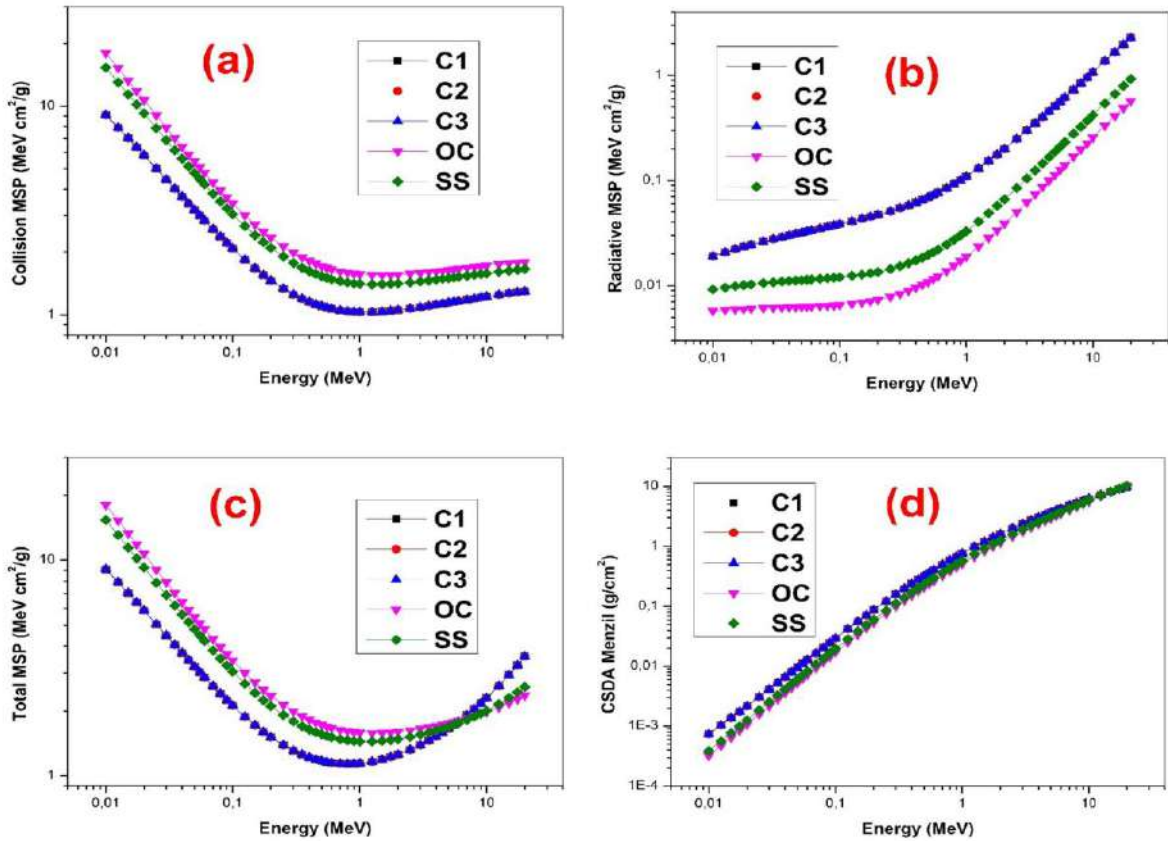
Bilinmektedir ki, Kurşun (Pb) ve Bizmut (Bi) en iyi radyasyon soğuran malzemelerdir. Ancak her ikisi de oldukça düşük sıcaklıklarda sıvı faza geçmektedir. Ayrıca bu elementlerden Pb yüksek toksik etkilere sahiptir ve kullanımında kısıtlamalar mevcuttur. Bi elementi ise maliyet anlamında kullanıma uygun değildir. Bu çalışmada, Sengupta ve Debata [5] tarafından üretilen,  $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$ ;  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$  kompozisyonlarına sahip üç farklı WBHA için, yüklü parçacık (elektron, proton ve alfa) radyasyonu ve nötron ile etkileşim parametreleri sunulmuştur. WBHA'ların ağır iyon radyasyonu hakkında tatmin edici bir değerlendirme yapabilmek için, tüm hesaplamalar birçok nükleer uygulamada zırh malzemesi olarak sıkça kullanılan geleneksel beton (OC) ve çelik hurda betonu (SS) [13] için de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar hem parçacıkların sahip olduğu kinetik enerji açısından hem de kendi içlerinde sahip oldukları metal konsantrasyonu açısından değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında elektron-WBHA etkileşimleri, ESTAR programı kullanılarak 0.01–20 MeV enerji aralığında çarpışma, ışınım ve toplam kütle durdurma güçleri ve elektronların malzeme içinde ilerleyebilecekleri menzil değerleri hesaplanmıştır. WBHA'ların proton ve alfa parçacıkları için elektronik, nükleer ve toplam durdurma güçleri ve menzil değerleri, Ziegler ve ark. [14] tarafından geliştirilen Monte Carlo simülasyon tabanlı SRIM (Stopping and Range of Ions in Materials) programı kullanılarak 0.01-20 MeV enerji aralığında yapılmıştır. Elektron, proton ve alfa parçacığı etkileşim parametrelerine ek olarak, yüksüz ve ağır parçacık olan nötron soğurma tesir kesitleri ortalama 4.5 MeV'lik enerjiye sahip olan hızlı nötronlar için El-Khayatt [15] tarafından tanımlanan yöntemle hesaplanmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

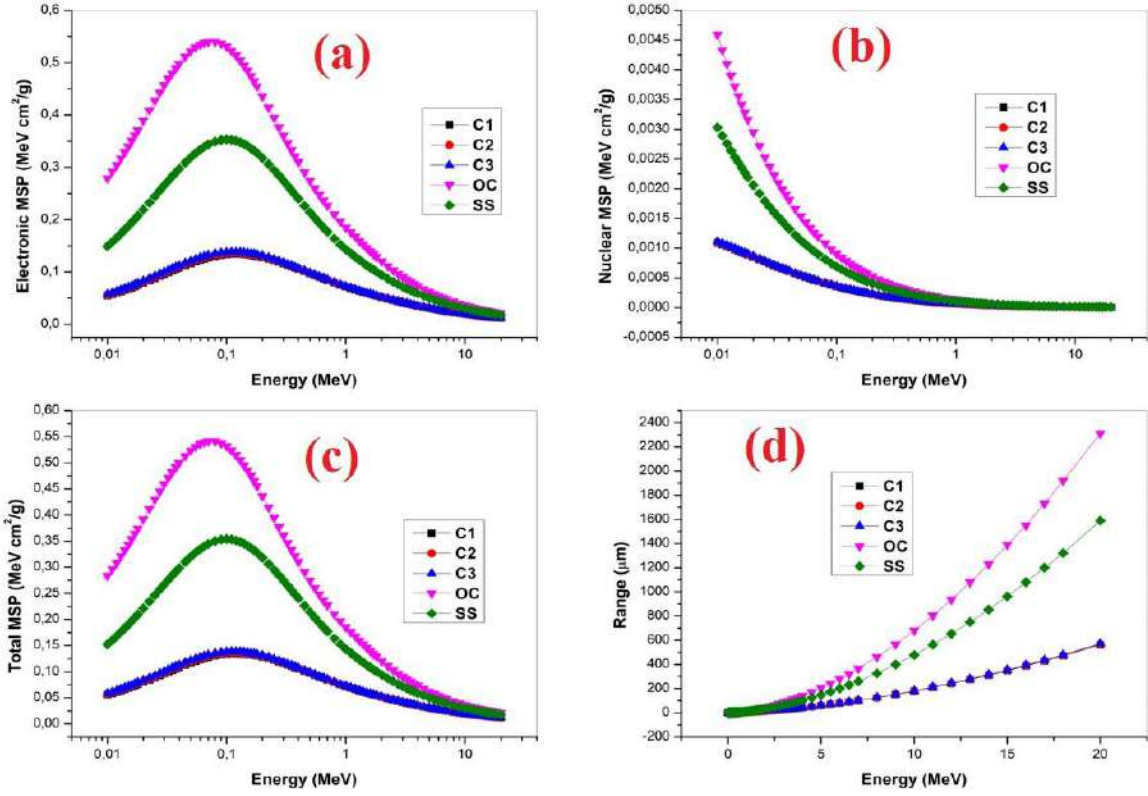
0.01-1 GeV kinetik enerji aralığında ki elektronların WBHA'lar, OC ve SS ile olan etkileşim değişimleri Şekil 1 a-d'de verilmiştir.



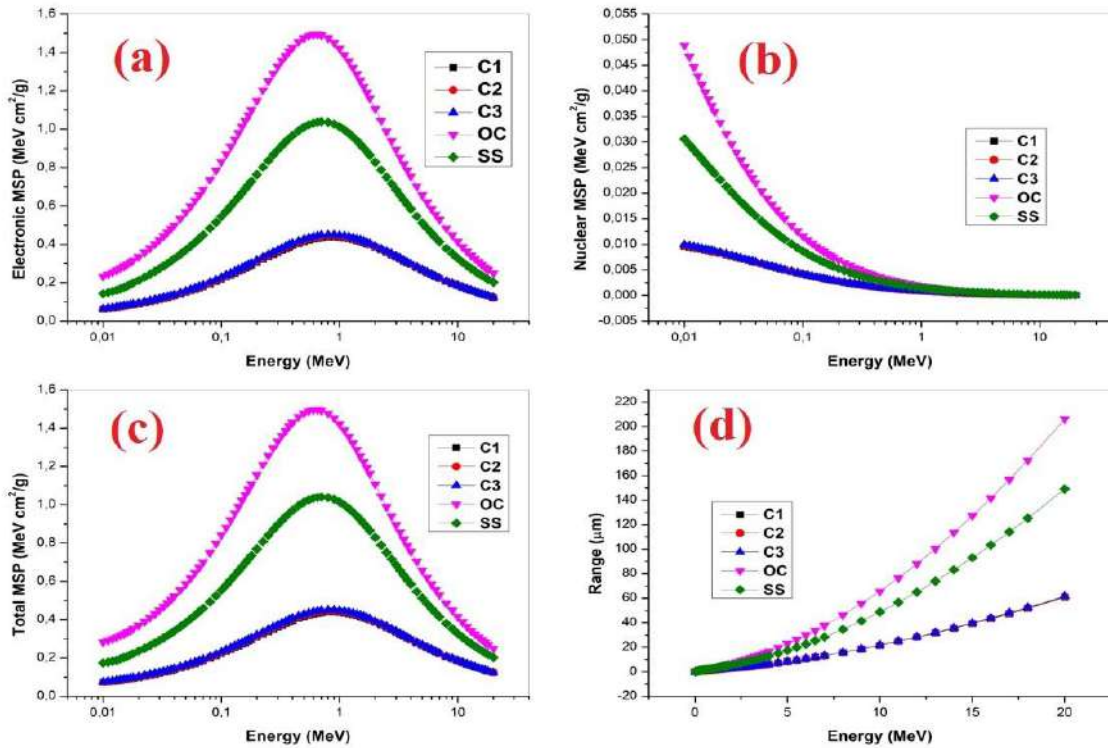
Şekil 1. 0.01-20 MeV enerji aralığında elektronlar için etkileşme parametreleri (a) Çarpışma MSP, (b) Işımalı MSP, (c) Toplam MSP (d) Menzil

Şekil 1 a'da standart soğurma malzemeleri olan OC ve SS'ye ilave olarak Tungsten alaşımlarının çarpışma kütle durdurma gücü profilleri verilmiştir. Bu grafiğe göre, tüm enerji aralığında Tungsten alaşımlarının kütle durdurma güçlerinin diğer numunelerden daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak Şekil 1 b'den görüldüğü üzere, Tungsten alaşımlarının, ışımalı kütle durdurma güç değerleri, diğer karşılaştırma numunelerinden daha düşüktür. Ayrıca her iki grafik birlikte değerlendirildiğinde, çarpışma kütle durdurma güç değerlerinin, ışımalı kütle durdurma güç değerlerinden çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Toplam kütle durdurma gücü, çarpışma ve ışımalı kütle durdurma güçlerinin toplamı olduğundan, toplam kütle durdurma gücü profili, çarpışma kütle durdurma gücü profiline benzer değişim göstermektedir (Şekil 1c). Bir malzemenin kütle durdurma gücü (MSP), durdurma gücünün (SP) yoğunluğuna bölümü ile elde edildiğinden, Tungsten alaşımlarının durdurma güçleri diğer malzemelerden oldukça yüksektir. Çünkü WBHA alaşımlarının yoğunlukları sırasıyla  $W_{90}Ni_6Fe_2Co_2$  (C1),  $W_{90}Ni_3(NiB)_3Fe_2Co_2$  (C2);  $W_{90}(NiB)_6Fe_2Co_2$  (C3) numuneleri için; 17.196, 16.995, 16.798  $g/cm^3$ 'tür. Ancak OC ve SS için yoğunluk değerleri sırasıyla 2.3 ve 4  $g/cm^3$ 'tür. Bu yoğunluk farkı incelenen WBHA alaşımlarının OC ve SS'den çok daha yüksek durdurma gücüne ve çok daha küçük menzillere sahip olmalarını sağlar. Nitekim Şekil 4 d'de incelenen malzemelerin menzil değerleri verilmiştir. Bu grafikteki değerler  $g/cm^2$  birimindedir. Yoğunluk etkileri göz önüne alındığında WBHA alaşımlarının çok daha küçük menzil değerlerine sahip oldukları görülmektedir.

Ağır pozitif yüklü iyonların (Proton, alfa vb) malzemelerle etkileşmeleri, elektronlardan daha farklı meydana gelmektedir. Bu iyonlar sahip oldukları yüksek değerleriyle, aynı kinetik enerjide elektronlara göre daha düşük hızlarda hareket ederler. Şekil 2. a'da, malzemelerin elektronik kütle durdurma gücü, Şekil 2 b'de nükleer kütle durdurma gücü, Şekil 2 c 'de ise toplam kütle durdurma güçleri 0.01-20 MeV enerji aralığında verilmiştir. Açıkça görülmektedir ki, toplam kütle durdurma gücü, hemen hemen elektronik kütle durdurma gücü ile aynı değişime sahiptir. Bu durumun nedeni elektronik kütle durdurma gücünün, nükleer kütle durdurma gücünden tüm enerjilerde çok büyük olmasıdır. Elektronlarda olduğu gibi protonlarda da malzemelerin yoğunluk değerleri dikkate alındığında WBHA alaşımlarının OC ve SS'den çok daha yüksek durdurma güç değerlerine sahip olduğu açıktır. Bu malzemeler yüksek durdurma güçlerinden ötürü, gelen yüksek enerjili protonları daha kısa mesafelerde durdurmaktadırlar (Şekil 2 d). Örneğin 20 MeV kinetik enerjili protonları durdurmak için, WBHA alaşımları için ortalama 566  $\mu m$ 'lik bir kalınlık gerekli iken, bu uzunluk OC ve SS için sırasıyla 2310 ve 1590  $\mu m$ 'dir.

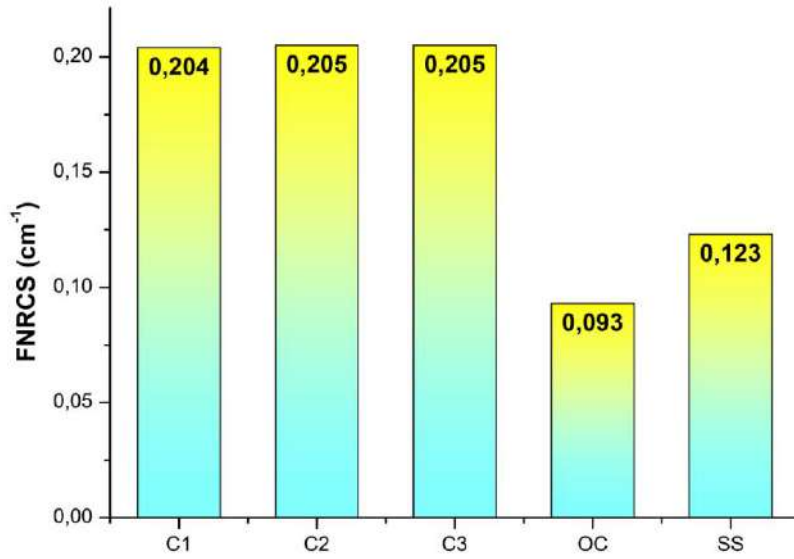


Şekil 2. 0.01-20 MeV enerji aralığında protonlar için etkileşme parametreleri (a) Elektronik MSP, (b) Nükleer MSP, (c) Toplam MSP (d) Menzil



Şekil 3. 0.01-20 MeV enerji aralığında alfa paracıkları için etkileşme parametreleri (a) Elektronik MSP, (b) Nükleer MSP, (c) Toplam MSP (d) Menzil

Alfa parçacıkları da protonlar gibi pozitif yüke sahip olduklarından elektronik, nükleer ve total kütle durdurma gücü profilleri, protona oldukça benzer değişimler göstermektedir. Ancak alfa parçacıkları, protonlara nazaran daha yüksek kütleyle sahip olduklarından, bu parçacıklar, aynı kinetik enerjide protonlara nazaran daha düşük hızlara sahip olurlar. Bu da bu parçacıkların daha kısa mesafelerde durdurulmasına olanak sağlar. Nitekim 20 MeV kinetik enerjide, hızlandırılmış protonlar, WBHA alaşımlarında 556  $\mu\text{m}$ 'de durduruluyorken, hızlandırılmış alfa parçacıkları ise ancak 61.17  $\mu\text{m}$  malzeme kalınlığında durdurulabilmektedir. Bu durum alfa parçacıklarının durdurulması için daha ince zırh gerekliliğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Hızlı nötron soğurma tesir kesitlerinin karşılaştırılması

Yüklü parçacıkların yanı sıra yüksüz ve ağır parçacık olan nötronların malzeme içerisinde zırhlama tesir kesitlerini gösteren hızlı nötron soğurma tesir kesitleri (FNRCS) de hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırma numuneleri olan betonlar ile birlikte Şekil 4'de verilmiştir. Bu şekilden açıkça görüldüğü gibi, incelenen WBHA alaşımlarının FNRCS değerleri nükleer uygulamalarda yaygın olarak kullanılan betonların FNRCS değerlerinden oldukça yüksektir. Bu durum incelenen WBHA alaşımlarının radyasyon fiziği, nükleer fizik ve diğer nükleer uygulamalarda zırh malzemesi olarak kullanılabilceğini açıkça göstermektedir.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Co katkılı Tungsten ağır alaşımlarının elektron, proton ve alfa parçacık radyasyonları için zırhlama yetenekleri ve etkileşim parametreleri, 0.01-20 MeV enerji aralığında ESTAR ve SRIM programı kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca bu malzemelerin hızlı nötron soğurma tesir kesitleri belirlenmiştir. Tüm hesaplamalar standart zırhlama malzemeleri olan OC (geleneksel beton) ve SS (çelik hurdası) içinde yapılarak, WBHA

alaşımalarının zırhlamada ki yetenekleri tüm enerji aralığında karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, WBHA alaşımları, elektron, proton, alfa ve nötron parçacıkları için, karşılaştırılan OC ve SS'den çok daha yüksek zırhlama yeteneğine sahiptirler. Çalışmada, WBHA alaşımlarının, yüksek erime noktalarının (yaklaşık 1550 °C) yanı sıra çok iyi radyasyon soğurma özelliklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, radyasyon güvenliği gerektiren uygulamalarda WBHA alaşımlarının, rahatlıkla kullanılabilmesinin göstergesidir. Ayrıca, WBHA alaşımlarının sahip olduğu üstün özellikler ile birlikte parçacık radyasyonu için yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar birlikte düşünüldüğünde radyoterapi, nükleer fizik, radyasyon fiziği, nükleer reaktörler gibi birçok nükleer ve radyasyon uygulamaları için alternatif zırh malzemesi olabileceği bu çalışmayla ortaya konulmuştur.

### KAYNAKLAR

- [1] V. Srikanth, G.S. Upadhyaya, Sintered heavy alloys: a review, *Int. J. Refract. Metals Hard Mater.* 5 (1986) 49-54.
- [2] A. Upadhyaya, Processing strategy for consolidating tungsten heavy alloys for ordnance applications, *Mater. Chem. Phys.* 67 (2001) 101-110.
- [3] E. Lassner, W.D. Schubert, *Tungsten*, Springer, US, Boston, MA, 1999.
- [4] A. Bose, D. Sims, R.M. German, Test temperature and strain rate effects on the properties of a tungsten heavy alloy, *Metall. Trans. A.* 19 (1988) 487-494.
- [5] Sengupta P, and Debata M, *J Alloys Compd* 774 (2019) 145-152.
- [6] A. Bose, R.M. German, Microstructural refinement of W-Ni-Fe heavy alloys by alloying additions, *Metall. Trans. A.* 19 (1988) 3100-3103.
- [7] U. Ravi Kiran, S. Kumar Khaple, M. Sankaranarayana, G.V.S. Nageswara Rao, T.K. Nandy, Effect of swaging and aging heat treatment on microstructure and mechanical properties of tungsten heavy alloy, *Mater. Today Proc.* 5 (2018) 3914-3918.
- [8] K.B. Povarova, M.I. Alymov, O.S. Gavrilin, A.A. Drozdov, E.V. Evstratov, A.I. Kachnov, A.E. Sal'ko, Effect of the conditions of sintering W-Ni-Fe-Co heavy alloy nanopowders on the structure and density of compacted samples, *Russ. Metall.* 2007 (2007) 499-505.
- [9] A. Bose, G. Jerman, R.M. German, Rhenium alloying of tungsten heavy alloys, *Powder Metall. Int.* 21 (1989) 9-13.
- [10] C.L. Chen, S.H. Ma, Effects of Ni/Co ratio and mechanical alloying on characteristics and sintering behavior of W-Ni-Co tungsten heavy alloys, *J. Alloy. Comp.* 711 (2017) 488-494.
- [11] U. Ravi Kiran, A. Panchal, M. Sankaranarayana, G.V.S. Nageswara Rao, T.K. Nandy, Effect of alloying addition and microstructural parameters on mechanical properties of 93% tungsten heavy alloys, *Mater. Sci. Eng.* (2015)
- [12] T.W. Penrice, J. Bost, High Density Tungsten-nickel-iron-cobalt Alloys Having Improved Hardness and Method for Making Same, 4762559, 1988.
- [13] I.I. Bashter Calculation of radiation attenuation coefficients for shielding concretes *Ann Nucl Energy*, 24 (1997),1389-1401.
- [14] Ziegler, James F., Ziegler, M.D., Biersack, J.P., 2010. SRIM – the stopping and range of ions in matter nuclear instruments and methods in physics research section B. *Beam Interact. Mater. Atoms* 268, 1818–1823.
- [15] El-Khayatt, A.M., 2010. Calculation of fast neutron removal cross-sections for some compounds and materials. *Ann. Nucl. Energy* 37, 218–222.

## ÜLKEMİZDE TARIM İLAÇLARI KULLANIMI VE SU ÜRÜNLERİ SEKTÖRÜ İÇİN SORUNLARI

Harun ARSLAN  
Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Erzurum/TÜRKİYE  
[harunarslan25@gmail.com](mailto:harunarslan25@gmail.com)

### ÖZET

Dünya’da hızla artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarının karşılanması için üretimin de artırılması gerekmektedir. Dünyadaki tarım alanlarının bu oranda artırılması mümkün olmadığı için, birim alandan en fazla verimin alınması önemlidir. Mevcut tarım arazilerinin daha etkin kullanılması için yeşil devrim olarak nitelendirilen tarım ilaçlarının kullanılması artık tarımın vazgeçilmezleri arasındadır. Bu derlemede ülkemizdeki pestisit kullanımı ele alınıp su ürünleri sektörü için olası sorunlar ve çözüm önerileri sunulmaya çalışılacaktır.

Dünya’da tarım ilaçları üretimi 3 milyon tondan fazladır ve 30 milyar dolar civarında ekonomiye sahiptir. Gelişmiş ülkelerde dekar başına ilaç kullanımı 35 kilograma kadar çıkarken ülkemizde 0,5 kg dolaylarında ve daha çok polikültür tarımın yapıldığı Akdeniz ve Ege bölgelerinde yoğun olduğu görülmektedir. Bununla birlikte meyve sebze üreticilerinin bilinçsiz ve aşırı ilaç kullanımı nedeni ile ihracatta problemlerin olduğu görülmektedir ve ekonomik kayıplar yaşanmaktadır. Kullanılan ilaçların büyük bölümünü ise herbisitler ve insektisitler oluşturmaktadır. Bu ilaçların yapısı kolay bozulmayıp sucul ortama ulaştıkları zaman sucul canlıları olumsuz etkilemektedir.

Akıllı tarım modellerinin geliştirilmesi, bilinçli çiftçilerin sayısının artırılması ve kamu spotlarının oluşturulması ile ülkemizdeki tarım problemlerinin hızla aşılabileceği ve ekonomiye ciddi katkılar sağlanabileceği açık bir gerçektir. Dolayısı ile ilaçların su kaynaklarına ulaşmasının engellenmesi de sucul ekosistemin geleceği açısından çok önemlidir.

**Anahtar Kelimeler: Tarımsal ilaçlar, Sucul ekosistem**



**Use of Agricultural Pesticides and Problems for Aquatic Sector in TURKEY**

**Harun ARSLAN**

**Ataturk University Fisheries Faculty Erzurum/TURKEY**

**[harunarslan25@gmail.com](mailto:harunarslan25@gmail.com)**

**ABSTRACT**

Agricultural production needs to be increased in order to supply the nutritional needs of the rapidly growing population in the World. Since it is not possible to increase the agricultural areas in the World at this rate, it is important to obtain the most efficiency from the unit area. The use of agricultural pesticides, which are considered as green revolution for the more efficient use of existing agricultural land, is now among the indispensables of agriculture. In this review, the pesticide usage in our country will be discussed and possible problems and solutions will be offered for the aquaculture sector.

Pesticides production in the World is more than 3 million tons and has an economy of 30 billion dollars. Chemical use per decar in developed countries is up to 35 kilograms, while in our country it is seen that it is around 0.5 kg and more intense in the Mediterranean and Aegean regions where polyculture agriculture is made. However, there are problems in exports due to unconscious and excessive use of pesticides by fruit and vegetable producers and there are economic losses. Most of the pesticides used are herbicides and insecticides. The structure of these chemicals does not deteriorate easily and they affect the aquatic life negatively when they reach the aquatic environment.

It is a clear fact that the agricultural problems in our country can be rapidly overcome and serious contributions can be made to the economy with the development of intelligent agricultural models, increasing the number of conscious farmers and the creation of public spots. Therefore, the prevention of the access of pesticides to water resources is very important for the future of the aquatic ecosystem.

**Key Words: Pesticides, Aquatic ecosystem**

## 1.GİRİŞ

Suyun biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesine temel ortam sağlaması, canlı habitatını oluşturması ve en önemlisi canlılar tarafından tüketiliyor olması büyük önem taşımaktadır. Evsel, endüstriyel veya tarımsal faaliyetler sonucu ortaya çıkan atık sular Dünya üzerindeki suların büyük bir bölümünü kirletmektedir. Bu kirlenen suların çoğu biyoçeşitliliği içerisinde barındıran deniz ve okyanuslar oluşturmaktadır. Dünya oksijen düzeyinin ayarlanması, hem de yaşamın temelini oluşturması suyun nedeni önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Küçükıymaz vd 2016). İçerisinde kirlilik bulduran sucul ortamlarda yetiştirilen ürünlerin miktarı ve kalitesi etkilendiği gibi, bu alanlarda oluşan kirlilik birçok probleme zemin hazırlamaktadır. Kirlilikten etkilenen sucul ortamlarda oluşması muhtemel zararlıların kontrolünde biyositlerin kullanımı önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Pala 2013). Pestisit; böcekler, kemirgenler, sucul yabancı otlar ve bitkilerde hastalıklara yol açan pest adı verilen zararlı canlıları kontrol etmek, zararlıları öldürmek, toksik etkiye sahip organizmaları yok etmek, engellemek ya da zararlarını azaltmak için kullanılan madde ya da maddelerden oluşan kimyasal karışımlardır (Yücel 2014).

1940'lı yıllardan beri üretimi arttıran en önemli bileşen olan pestisit, tarımsal ürünü veya sucul canlıları hastalıklardan koruyabilmek, kaliteli üretimi güvence altına alabilmek için kullanılan mücadele şeklidir. Kısa sürede etkili ve kolay kullanımı pestisit kullanımının tercih sebebidir. Ekonomik, etki oranı yüksek ve toksin salgılayan organizmalardan ürünü koruma özelliği vardır (Yücel 2014).

Tarımı yapılan bitkilerin hemen hepsi bitki hastalıkları, yabancı ot ve zararlılar nedeniyle yarıya yakın oranında ürün kaybına uğramaktadır (Yeşil ve Öğür, 2011). Tarım ilaçları, bu zararları en kısa sürede ve en etkin bir şekilde yok ederek ya da azaltarak üretim de artış sağlamaktadır. Ürün kaybı ise tüm Dünya ülkeleri için uzun vadeli açlık gibi önemli bir tehdit unsuru oluşturmaktadır. Pestisitler 1940'lı yıllardan itibaren üretimi arttıran önemli bir etken olarak kabul görmüş; çevreye ve diğer canlılara olası etkileri konusunda bilgi olmaksızın yaygın ve yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Ancak, kullanımının ardından geçen süreçte ekosistem de çok ciddi zararlar oluşturduğu ortaya çıkmıştır (Arslan vd. 2017).

ABD ve AB başta olmak üzere gelişmiş ülkelerde, pestisitlerden bazılarının kullanımında yasaklama bazılarında ise sınırlama gibi uygulamalara gidilmiştir.

Türkiye bir tarım ülkesi olup, TÜİK verilerine yıllara göre değişmekle birlikte gelirinin yaklaşık % 10'unu tarımdan sağlamakta, tarım içinde de bitkisel üretim önemli bir yer almaktadır. Dolayısı ile bitkisel üretim gerek iç piyasa da gerekse ihraç ürünü olarak dış piyasada önemli bir yere sahiptir. Tarım ilaçları, az işgücü ve masrafla geniş alanlarda mücadele yapılabilmesi, uygulanmasının daha kolay olması ve kısa zamanda sonuç alınması gibi avantajları ile dünyada olduğu gibi Türkiye'de de bitkisel üretimin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Pestisitler sadece kullanım alanlarında kalmayıp, rüzgârla atmosfere, yağmur ve tozlarla denizlere, partiküllere yapışarak nehirlerle özetle tüm evrene ulaşabilmekte, çevre ile ne zaman, nerede, nasıl etkileşime gireceği ve bu etkileşimlerin ne tür sonuçlar oluşturacağı bilinmemektedir (Arslan vd 2017, Yalvaç ve ark, 2004). Bundan dolayı bitkisel ürünlerde kalıntı riski, hedef organizmalarda dayanıklılık oluşması, sucul ekosistem, hedef dışı organizmalar, çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerin dikkate alınması gerekmektedir. Tüm bunlardan dolayı araştırmada, Türkiye'de pestisit kullanımını incelenmiş ve kullanımının sucul ekosistem üzerine olası etkileri değerlendirilmiştir.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

2018 yılı FAO verilerine göre 8 milyardan fazla Dünya nüfusunun yaklaşık %1'ini oluşturan Türkiye'de bitkisel üretim ve bitkisel üretimde mücadele önemli bir rol oynamaktadır. Bu araştırma, Türkiye'de tarımsal ilaç kullanımı ve çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Türkiye'de tarımsal ilaç kullanımı ve çevreye olası etkileri incelenirken, Türkiye'de pestisit tüketim değerleri, hava, su, toprak, bitki, insan, canlı organizma üzerine kalıntı bırakma olasılığı ve dolaylı etkileri bakımından araştırılmıştır. Bu çalışma, konu ile ilgili çeşitli kuruluşların (USEPA, TÜİK, FAO, GTHB) yayınlarından, içinde kendi çalışma grubumuzun da bulunduğu makalelerden, dergi ve internet kaynaklarından yararlanmak yoluyla ve literatürler yardımı ile özetlenmiştir.



Türkiye’de birim alana kullanılan pestisit miktarı gelişmiş ülkelere kıyasla oldukça düşüktür. Buna rağmen doğrudan ve dolaylı yollarla besin zincirine ulaşmaları oldukça mümkündür. Bilinçsiz ve aşırı kullanım bu kimyasalların besin zincirine daha hızlı ulaşmasını sağlamaktadır. Pestisit kullanımı bölgelere göre değişim göstermekle birlikte, özellikle yoğun tarımın yapıldığı sebze, meyve ve ihracata yönelik ürünlerin üretildiği Ege ve Akdeniz bölgelerinde fazla kullanılmaktadır (Canik ve Yüksel, 2012). Türkiye’de son yıllarda pestisit tüketimi incelendiğinde yıllar arasında artış ve azalışlar olmakla birlikte, yılda ortalama 40 ton veya Litre tarımsal ilaç kullanıldığı görülmektedir. Bu miktarın çoğunu fungisitler, herbisitler ve insektisitlerin oluşturduğu görülmektedir. Yine TÜİK verilerine göre, Akdeniz ve Ege Bölgesi toplam kimyasalın yaklaşık yarısını kullandıkları belirlenmiştir.

Pestisit kullanımının artışına bağlı olarak ülkemiz genelinde sucül ekosisteme ve çevreye getirmekte olduğu yük de giderek artmaktadır. Bu çerçevede kullanılan kimyasalların yağmur, sulama suyu ve diğer dolaylı yollarla akarsulara ulaştığı ve sucül canlıları olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bu olumsuzların fito/zoo planktonlara ve balıklara yaptığı etkiler çoğu zaman geri dönülemez boyutlara ulaşırken büyüme ve üremeyi de negatif yönde etkilemektedir. Sucül canlılar üzerinde yaptığımız histopatoloji ve genetik çalışmaları bu bulguları desteklemektedir (Arslan vd 2017, Özdemir vd 2018).

#### **4. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER**

Tarımsal ilaçların temel amacı zararlı canlıları öldürmek olduğundan, kullanımlarında bu etken göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda uygulanan kimyasal çözüme etkisi kanıtlanmış olan maddelerle yapılmalıdır. Bununla birlikte alternatif ve geleneksel çözümlerden de faydalanılmalıdır. Aksi takdirde yüksek verimli ürün elde etmek için daha fazla besin sağlama gayemiz sağlık problemlerini, daha sonra da sağlıksız bir nesli ortaya çıkaracaktır. Nitekim maruz kaldığı kimyasal maddeler etkisiyle canlı türlerinin neslinin tehdit altında olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur. Tarım ilaçlarının çevre ve insan sağlığı açısından etkileri bilindiği için, AB ve gelişmiş ülkelerde tüketilecek tarım ürünleri çevre ve sağlık açısından denetlenmekte, tüketicilere satın alınacak ürünün zararlı olmayacağına dair garanti ve güvence verilmektedir.

Ülkemiz önemli miktarda tarımsal üretime sahip olan ve özellikle taze sebze, meyve ve kurutulmuş ürün ihraç eden tarım ülkesidir. Pestisit tüketim rakamı göz önünde bulundurulduğunda, hem dış pazardaki yerinin korunması hem de yurt içi tüketimin sağlıklı olması açısından tarımsal üretimde bilinçli ve denetimli pestisit kullanımına özen göstermesi

ve kalıntı sorununu çözecek uygulamalara geçmesi önem taşımaktadır. Zira toprağa ya da bitkiye uygulanan kimyasal, kalıntı şeklinde besinlere veya dolaylı yollarla sucul ekosisteme yani balıklara ve dolayısıyla yine insanlara etki edeceği unutulmamalıdır.

Tarımla uğraşanların, yoğun pestisit kullanımı yerine kültürel ve biyolojik yöntemlerden de faydalanması sağlanmalıdır. Özellikle tarımda bu tür kimyasalları kullananlar bilinçlendirilmeli, su kaynakları yakınında yapılan ilaçlamalarda rüzgâr, taban/sulama suyu, yağmur vb. gibi etkenler dikkate alınarak ilaçlama yapılmalı, ilaçlama ekipmanları su kaynaklarında yıkanmamalı ve boş ilaç ambalajları su kaynaklarına atılmamalıdır. Bu bağlamda Tarım Bakanlığı/Üniversiteler/Araştırma Enstitüleri ve medya aracılığı ile kamu spotlarının oluşturulması da önem arz etmektedir. Ayrıca yapılan bilimsel çalışmaların kullanılabilirliğinin ve değerinin artırılması için tarımla uğraşan kişilere ulaştırılması ve çalışmaların çiftçilerimize hitap eden yayın organlarında yayımlanması da önemlidir.

## KAYNAKLAR

- Altıkat, A., Turan, T., Ekmekyapar, T. F., Bingül, Z., 2009. “Türkiye’de Pestisit Kullanımı ve Çevreye Olan Etkileri” Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 40 (2), 87-92, 2009 ISSN: 1300-9036. <https://dergipark.org.tr/ataunizfd/issue/3011/41813> (Erişim Tarihi: 30.04.2019).
- Ankley, G.T., Villeneuve, D.L., 2006. The fathead minnow in aquatic toxicology: past, present and future. *Aquat. Toxicol.* 78, 91–102.
- Arslan, H., Özdemir, S., Altun, S., 2017. Cypermethrin toxication leads to histopathological lesions and induces inflammation and apoptosis in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Chemosphere* 180, 491e499.
- Canik, F., Yürekli Yüksel, N., 2012. Gıda Güvenliği Ve Pestisitler Tepge Bakış Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü Temmuz 2012 / Issn: 1303–8346 /Sayı:14/Nüsha:4.<http://www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/ba76d806bf274b24b036f0192c0aac61.pdf/>.
- Güler, Ç., Çobanoğlu Z., 1997. “Pestisitler” Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 52 Ankara,1.Basım:3500Adet-1997,ISBN975-8088-69. <http://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/css52.pdf> (Erişim Tarihi: 30.04.2019).
- Küçükyılmaz, M., Karakaya, G., Alpaslan, K., Özbey N. ve Akgün, H. 2016, Balıklıgöl’ün bazı fiziko- kimyasal Su Kalite Parametrelerinin Mevsimsel olarak incelenmesi, Yunus Araştırma Bülteni, 2016 (2): s.91-99. Trabzon.
- Özdemir, S., Altun, S., Özkaraca, M., Ghosi, A., Toraman, E., Arslan, H. 2018. Cypermethrin, chlorpyrifos, deltamethrin, and imidacloprid exposure up-regulates the mRNA and protein levels of bdnf and c-fos in the brain of adult zebrafish (*Danio rerio*). *Chemosphere.* Jul;203:318-326.
- TÜİK, 2019. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Yalvaç, M., Avcı, D.E., Taner, F., 2004. “Göksu Deltası Derin Kuyu Sularında Methamidophos’un Araştırılması, Türk Sucul Yaşam Dergisi, ISSN 1304-4168, yıl:2, sayı:3,s.424-432, (2004).
- Yeşil, S., Öğür, E., 2011. “Zirai Mücadelede Pestisit Kullanımının Türkiye’de ve Konya Ölçeğinde Değerlendirilmesi ve Pestisit Kullanımının Olası Sakıncaları” TMMOB, Konya İl Koordinasyon Kurulu, I. Konya Kent Sempozyumu 26-27, Kasım 2011.
- Yücel, G., 2014. Sipermetrin ve cyphenothrin’in sazan balıklarına toksik etkisinin patomorfolojik yönden değerlendirilmesi. Ankara üniversitesi sağlık bilimleri enstitüsü. Patoloji anabilim dalı doktora tezi.

**THE THERAPEUTIC EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF ALLIIN AGAINST  
OXIDATIVE DAMAGE OF LUNG TISSUE INDUCED BY RENAL ISCHEMIA  
REPERFUSION MODEL**

**Mustafa Can GÜLER, Ersen ERASLAN**

Department of Physiology, Faculty of Medicine, Atatürk University, Erzurum, 25100, Turkey

Department of Physiology, Faculty of Medicine, Bozok University, Yozgat, Turkey

**Abstract**

This study was planned to evaluate the therapeutic effect of different doses of alliin against oxidative damage of lung tissue induced by renal ischemia reperfusion model. This study was carried out on wistar type male rats which were purchased from the Experimental Animals Research Center of Atatürk University. The animals used in our study were divided into sham, renal ischemia reperfusion, treatment low of alliin (100 mg/kg) and treatment high of alliin (200 mg/kg) groups. At the end of the experiment, biochemical measurements of oxidant and antioxidant parameters in lung tissue taken from all groups were performed. When the oxidative stress parameters obtained at the end of our experimental study were investigated, it was seen that oxidant levels increased but antioxidant levels decreased significantly in the renal ischemia-reperfusion group contrary to in the low and high dose alliin treatment group, antioxidant levels increased and oxidant levels decreased. When the results of the oxidative stress markers were evaluated, it was determined that different doses of alliin treatment had a therapeutic effect against oxidative damage of lung tissue induced by renal ischemia-reperfusion model.

**Keywords:** Alliin, renal ischemia-reperfusion model, lung damage, rat.