



PROCEEDINGS BOOK

**MAS 16th INTERNATIONAL
European Conference On Mathematics,
Engineering, Natural & Medical Sciences
Mardin, Turkey
February 22-23, 2022**

EDITOR(S):

Assist. Prof. Dr. Halil BAYRAM

Alina AMANZHLOVA



ISBN:978-625-8405-35-4



MAS 16th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON
MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES

February 22-23, 2022
Mardin, Turkey

PROCEEDINGS BOOK

EDITORS:

Assist. Prof. Dr. Halil BAYRAM
Alina AMANZHLOVA

All rights of this book belong to IKSAD Global -2022©.
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically
Issued: 03.03.2022

ISBN: 978-625-8405-35-4
masjournal.co.uk



CONGRESS ID

TITLE OF CONFERENCE

**MAS 16th
INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES**

DATE - PLACE

**February 22-23, 2022
Mardin, Turkey**

ORGANIZATION

IKSAD

EDITOR(S)

**Assist. Prof. Dr. Halil BAYRAM
Alina AMANZHLOVA**

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

PARTICIPANT COUNTRIES (29):

**Turkey, Azerbaijan, Algeria, India, Nigeria, China, Iran, Italy, Iraq, Indonesia, Romania,
Pakistan, Malaysia, Libya, Morocco, Ukraine, Albania, Botswana, Serbia, Sweden,
Uzbekistan, South Africa, Vietnam, Japan, Hungary, Russia, Singapore, Canada, Japan**

TOTAL NUMBER OF PAPERS: 135

THE NUMBER OF PAPERS FROM TURKEY: 66

OTHER COUNTRIES: 69



ORGANIZING COMMITTEE

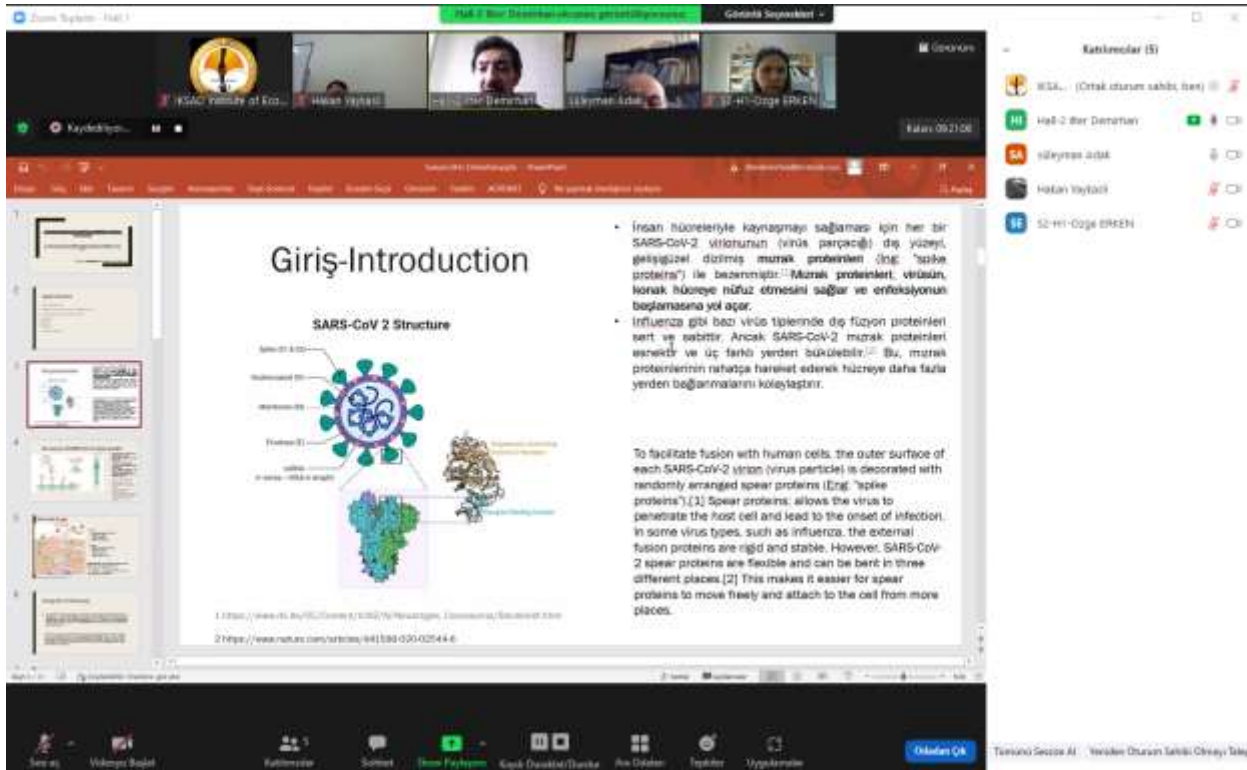
Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU -Siirt University
Dr. Firoz Ozbek KARIMI - Faryab University
Dr. Almaz AHMETOV- Ministry of Health, Azerbaijan
Dr. Nasima SAWLAT - Faryab University
Dr. Pembe İPEK AL - Karadeniz Technical University
Dr. Huseyin ERIS - Harran University
Dr. Havva MEHTIEVA - Moscow State Hospital
Dr. Ragif HUSEYNOV - Tomori Pall College

SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE

Dr. İlker Bekir TOPÇU- Eskisehir Osmangazi University
Dr. Shaukat Aref Mohammed - University of Zakho
Dr. Kerem Asmaz Yıldız Technical University
Dr. Derviş ÖZTÜRK- Eskişehir Osmangazi University
Dr. Berkan ZÖHRA -Amasya University
Dr. Halil İbrahim BURGAN- Istanbul Kültür University
Dr. Almaz AHMEDOV - Bakü State University
Dr. Ahmet H. ERTAŞ- Bursa Technical University
Dr. BOUKHATEM Mohamed Nadjib- Université Saad Dahlab Blida
Dr. Funda EVCİLİ- Sivas Cumhuriyet University
Dr. Yasemin KÜÇÜKÖZKAN -Osmaniye State Hospital
Dr. A.S. KIDIRSAEV Makhambet U. - West Kazakhstan State University
Dr. Bahit KULBAEVA - S.Baybeshev Aktobe University
Dr. Bazarhan IMANGALIEVA - K.Zhubanov Aktobe State University
Dr. Ayşe KABATAŞ- Karadeniz Technical University
Dr. Derviş ÖZTÜRK-Eskisehir Osmangazi 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. Sevim AKÇAĞLAR-Bursa Uludağ University
Dr. Şenay GÖRÜCÜ YILMAZ- Gaziantep University
Dr. Fedat REHIMOV - Bakü State University
Dr. Hilale CAFEROVA - AMEA Institute of Management Systems
Dr. MEIXIA Huou - Capital Normal University
Dr. Kenes JUSUPOV - M. Tinisbaev Kazakh Communication Academy
Dr. Lille TANDIVALA- Shota Rustavelli State University
Dr. Guguli DUMBADZE- Batumi Shota Rustaveli State University
Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Riyad King Abdulaziz Technology University
Dr. Maria LEONTIK - Macedonia Ishtib Gotse Delchev University
Dr. Mavlyanov ABDIGAPPAR - Kyrgyz Elaralık University
DR. Melahat GOKTAŞ - Van Yüzüncü Yıl University
Dr. Maira ESIMBOLOVA - Kazakhstan Narkhoz University
Dr. Nazim İBRAHİM - Skopje Cyril and Methodius University
Dr. N.N. KERMANOVA - Al – Farabi Kazakh National University
Dr. Sudabe SALİHOVA - Azerbaijanan State University
Dr. Rovshan ALIYEV - Bakü State University
Dr. Osman ERKMEN - Gaziantep University
Dr. Pembe İPEK AL - Karadeniz Technical University
Dr. Abdussalam Ali Ahmed - Bani Waleed University



PHOTO GALLERY







Research background

Greenhouse gases in the atmosphere increase, which causes heat energy to be reflected back into the atmosphere, resulting in an increase in the earth's temperature

global warming

reason

deforestation

degradation

The forest area decreases

Changes in the balance of

Hall-3 Observer

Hall-3 Observer

Hall-3 Nindya Tri Puspa

Hall-3 Yingsi Abadi

Hall-3

Observe Çık

**MAS 16th INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE
ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL &
MEDICAL SCIENCES**

**A Pairwise Comparison Approach with Consistency
Prioritizing Sustainable Wastewater Treatment Te**

PRESENTED BY:
NOR LIYANA AMALINI BINTI MOHD KAMAL

SUPERVISOR:
PROF. DR MOHD LAZIM BIN ABDULLAH

DATE:
FEBRUARY 22-23, 2022

*TEROKAAN SELUAS LAUTAN, DEMI KELESTARIAN SEJAGAT
OCEAN OF DISCOVERIES FOR GLOBAL SUSTAINABILITY*

1 atamamıy katılmı

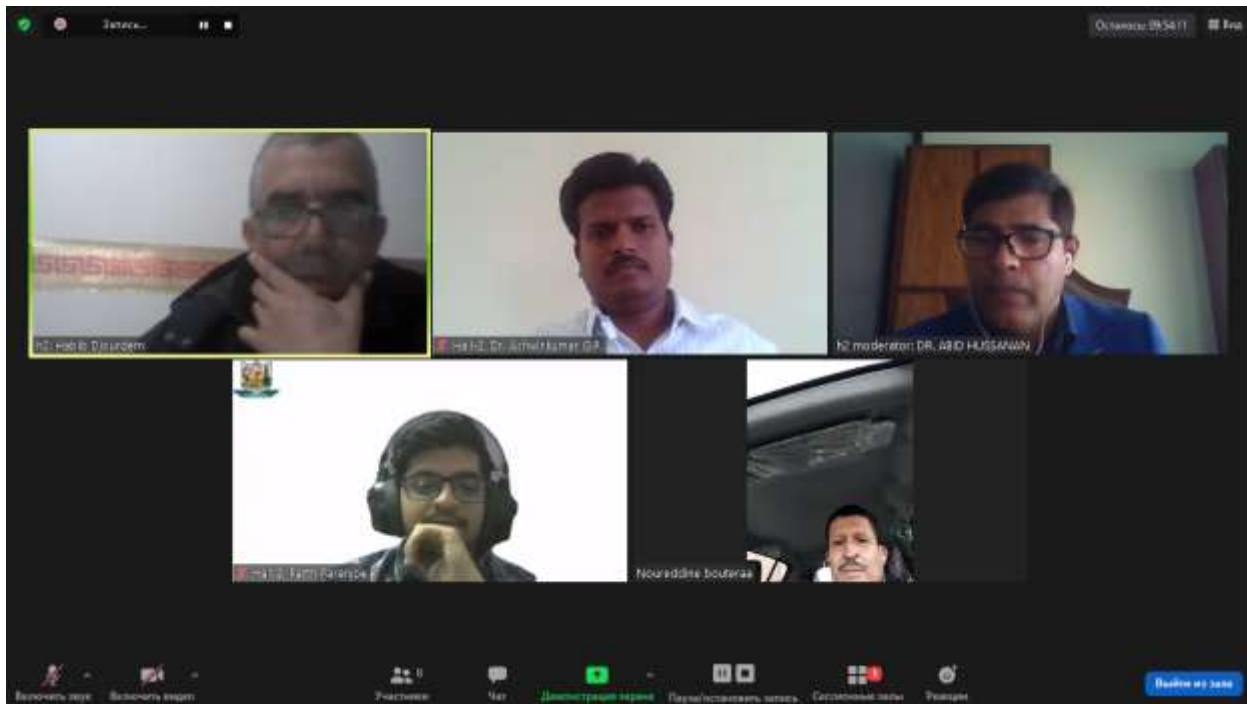
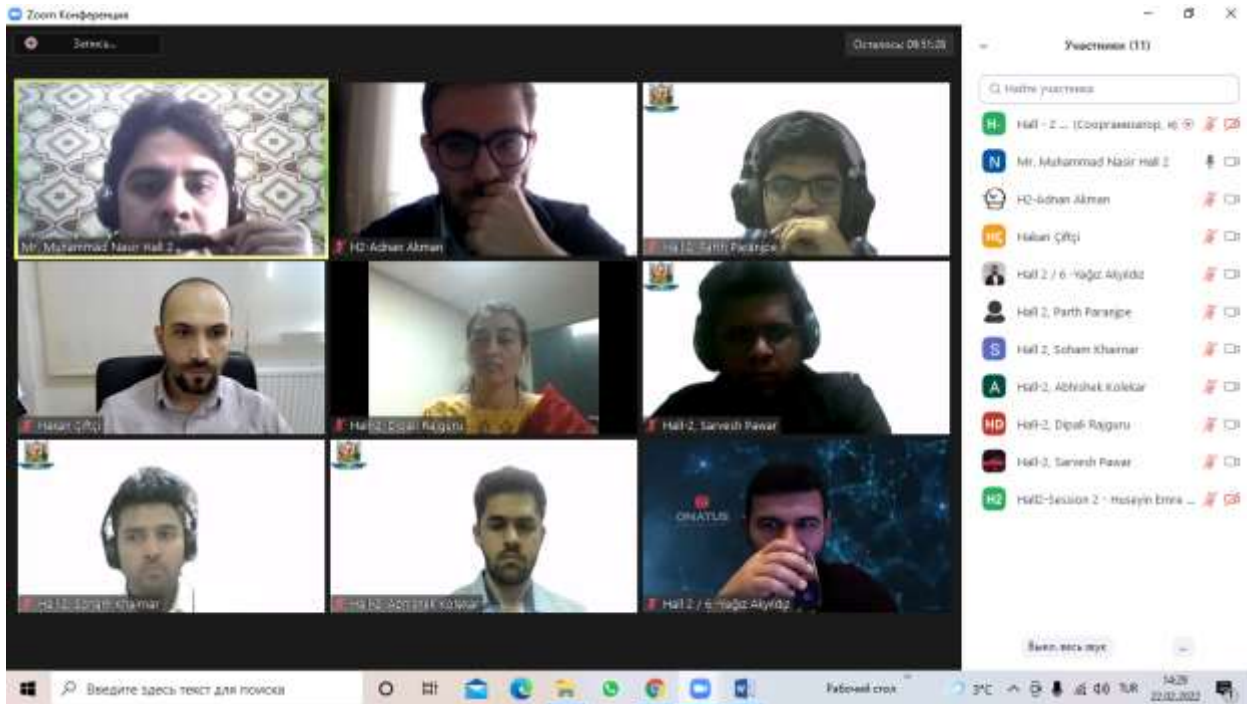
Hall-3 Observer

Hall-3 Observer

Hall-3 Nurhan WU

Hall-3 Liyana Kamal

Observe Çık



MAS 16th
INTERNATIONAL EUROPEAN
CONFERENCE ON MATHEMATICS,
ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL
SCIENCES

February 22-23, 2022
Mardin, Turkey

CONFERENCE PROGRAM

Online (with Video Conference) Presentation



Meeting ID: **810 6110 8324**
Passcode: **445566**

Join Zoom Meeting

<https://us02web.zoom.us/j/81061108324?pwd=UIEzV3FsNjZlNUJBa1FBTDdhSlhFZz09>

PARTICIPANT COUNTRIES (29):

Turkey, Azerbaijan, Algeria, India, Nigeria, China, Iran, Italy, Iraq, Indonesia, Romania, Pakistan, Malaysia, Libya, Morocco, Ukraine, Albania, Botswana, Serbia, Sweden, Uzbekistan, South Africa, Vietnam, Japan, Hungary, Russia, Singapore, Canada, Japan



ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN / IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ✓ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ✓ Online sunum yapabilmek için <https://zoom.us/join> sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ✓ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ✓ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ✓ Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor.
- ✓ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 15 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ✓ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ✓ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ✓ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ✓ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ✓ Kabul edilen bildiri sahiplerinin mail adreslerine Zoom uygulamasında oluşturduğumuz oturuma ait ID numarası gönderilecektir.
- ✓ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ✓ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ✓ To be able to attend a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- ✓ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ✓ The Zoom application can be used without registration.
- ✓ The application works on tablets, phones and PCs.
- ✓ The participant must be connected to the session 15 minutes before the presentation time.
- ✓ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ✓ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ✓ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ✓ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ✓ Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- ✓ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

**Before you login to Zoom please indicate your name_surname and HALL number,
exp. Hall-1, Awais Khan**



Meeting ID: 810 6110 8324

Passcode: 445566



Session 1 / Hall-1

22.02.2022

Moderator: Serdar GÜNDOĞDU

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 10:00 - 12:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rıdvan Küçükbaşak Mahmut Bağcı | SECURITY ANALYSIS OF IMAGE ENCRYPTION ALGORITHMS | Yeditepe University, Istanbul, Türkiye |
| Mehmet Bilal ER Emre Can KURAN Umut KURAN | GENDER DETERMINATION OF CATS BY USING DEEP LEARNING ON CAT SOUND SPECTROGRAMS | Harran University, Sanlıurfa, Türkiye |
| Serdar GÜNDOĞDU | A HYBRID APPROACH OF NEURAL NETWORK WITH PARTICLE SWARM OPTIMIZATION IN EVALUATING THE SUCCESS OF CRYOTHERAPY WART TREATMENT METHOD | Dokuz Eylül University, Izmir, Türkiye |
| Enes AVCİ Musa AYDIN | COMPARISON OF ARTIFICIAL RECURRENT NEURAL NETWORK FOR LOAD FORECASTING | Bursa Teknik University, Bursa, Türkiye. |
| Hakan ŞAHAL Ercan AYDOĞMUŞ | INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF POLYESTER COMPOSITE PRODUCED WITH SYNTHESIZED SCHIFF BASE | Munzur University, Vocational School, Department of Food Processing, Tunceli, Turkey |
| Duygu ELMA KARAKAŞ | PRODUCTION OF A LOW-COST CATALYST FROM SPENT TEA WASTE FOR HYDROGEN GENERATION FROM METHANOLYSIS OF NaBH ₄ | Siirt Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİÜBTAM), Siirt, Türkiye |

All participants must join the conference 15 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



Session 1 / Hall-2

22.02.2022

Moderator: Assist. Prof. Dr. ABID HUSSANAN

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 10:00 - 12:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Noureddine BOUTERAA | A NOTE ON EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR A CLASS OF NONLINEAR FRACTIONAL BOUNDARY VALUE PROBLEM WITH INTEGRAL BOUNDARY CONDITIONS | Laboratory of Fundamental and Applied Mathematics of Oran (LMFAO), University of Oran1, Ahmed Benbella, Algeria |
| Dr. Habib DJOURDEM | HADAMARD TYPE IMPLICIT FRACTIONAL DIFFERENTIAL INCLUSION WITH NONLOCAL INTEGRAL BOUNDARY CONDITIONS | Relizane University, Faculty of science and technology, Department of Mathematics, Algeria |
| Dr. G.P. Ashwinkumar Dr. N. Sandeep | IMPACT OF NANOPARTICLE SHAPE ON MAGNETOHYDRODYNAMIC STAGNATION-POINT FLOW OF CARREAU NANOLIQUID: A COMPARATIVE STUDY | Vijayanagara Sri Krishnadevaraya University, Bellary, India Central University of Karnataka, Kalaburagi, India |
| Dr. G.P. Ashwinkumar Dr. N. Sandeep | IMPACT OF NONLINEAR RADIATION ON MAGNETOHYDRODYNAMIC FLOW OF HYBRID NANOFUID WITH HEAT SOURCE EFFECT | Vijayanagara Sri Krishnadevaraya University, Bellary, India Central University of Karnataka, Kalaburagi, India |
| Dr. G.P. Ashwinkumar Dr. N. Sandeep | SIMULTANEOUS SOLUTIONS FOR CONVECTIVE HEAT TRANSFER IN DUSTY-NANO AND DUSTY-HYBRID NANOLIQUIDS | Vijayanagara Sri Krishnadevaraya University, Bellary, India Central University of Karnataka, Kalaburagi, India |
| Assist. Prof. Dr. ABID HUSSANAN MUHAMMAD SALMAN KAUSAR ASIFA ILYAS | MAGNETIZED SUSPENDEED CARBON NANOTUBES BASED NANOFUID FLOW WITH SUCTION AND INJECTION | University of Education, Lahore, Pakistan |
| Dr. Taimoor Salahuddin Muhammad Awais | NOVEL STUDY OF NON-NEWTONIAN CASSON NANOFUID OVER THE UPPER HORIZONTAL SURFACE OF PARABOLOID | Mirpur University of Science and Technology |

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 1 / Hall-3

22.02.2022

Moderator: Assist. Prof. Dr. Jyoti Ratan Ghosh

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 10:00 - 12:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Begüm Kocatürk Chantal Kroone Chris Tieken Henri Versteeg | HEPATIC FVII ALLEVIATES METASTATIC CAPACITY OF TRIPLE NEGATIVE BREAST CANCERS | Hacettepe University, Ankara, Turkey |
| Rodolfo Reda Alessio Zanza Maurilio D'angelo Dario Di Nardo Gabriele Miccoli Luca Testarelli | RADIATION-FREE DIAGNOSTIC EXAMINATION IN DENTISTRY: A REVIEW | Sapienza University of Rome, Rome, Italy |
| Major Giurgiu Gheorghe Prof. Dr. Cojocaru Manole | THE THERAPEUTIC EFFECTS OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS ON THE GUT MICROBIOME IN PATIENTS WITH PSORIASIS | Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania |
| Assist. Prof. Dr. Jyoti Ratan Ghosh | ANTI-A ANTIBODIES AND COVID- 19 | Visva-Bharati, Santiniketan- 731235, West Bengal, India |
| Konovalenko I. Mironova V. | STUDY OF THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE PROCESS OF EXTRACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF PHYTOCOMPOSITIONS FOR TREATMENT IN UROLOGY | National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine |
| Yasaman Parsia Shahryar Sorooshian | CRUCIAL BUT LOST COMPONENT THAT PUBLIC HEALTH STILL REQUIRES FOR COVID-19 CRISIS MANAGEMENT | Gothenburg, Sweden |
| Bouharati Khaoula Bouharati Imene Guenifi Wahiba Gasmi Abdelkader Laouamri Slimane | INTELLIGENT ANALYSIS OF FATTY LIVER RISK FACTORS | UFAS Setif1 University, Setif, Algeria |
| Kusni INGSIH Ana KADARNINGSIH Novi Windi ASTUTI | THE ROLE OF JOB SATISFACTION IN MEDIATION OF LEADERSHIP STYLE AND MOTIVATION ON NURSE PERFORMANCE | Universitas Dian Nuswantoro |
| Kusni INGSIH Ana KADARNINGSIH Novi Windi ASTUTI | THE ROLE OF LEADERSHIP, MOTIVATION, DISCIPLINE, AND NON PHYSICAL ENVIRONMENT IN EMPLOYEE PERFORMANCE | Universitas Dian Nuswantoro |



Yusuf OLÇAR

COMPARISON OF THE CYTOSOLIC
AND MITOCHONDRIA-TARGETED
ANTIOXIDANTS IN A HEART
FAILURE MODEL

Ankara Üniversitesi Tıp
Fakültesi Biyofizik Anabilim
Dalı, Ankara, TURKEY

All participants must join the conference 15 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



Session 1 / Hall-4

22.02.2022

Moderator: Prof. Dr. Bhushan Chavan

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 10:00 - 12:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dr. Yıldırım İsmail Tosun Dr. Fethullah Chichek | MICROWAVE ACTED MICRONIZED GRINDING - VERTICAL BALL MILL GRINDING OF COAL SLIMES, FLY ASH / ERMENEK LIGNITE | Şırnak University |
| Dr. Yıldırım İsmail Tosun | MICROWAVE DISSOLUTION ASPHALTITE SLIME, COAL WASTE AND SEWAGE SLUDGE - ORGANIC HUMIC SAND PRODUCTION | Şırnak University |
| Oğuz ÖZTÜRK | FIRST PHOTOMETRIC STUDY OF ECLIPSING BINARY STAR SYSTEM KL AUR | Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Physics, Çanakkale, Turkey |
| Esra Öztürk | SOLID-LIQUID INTERFACIAL ENERGY AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF EXPERIMENTALLY OBTAINED SOLID SN PHASE IN Sn-Mg-Bi TERNARY ALLOY SYSTEM | Kocaeli University, Department of Physics, 41380 Kocaeli, Turkey |
| Habtamu Bayissa Yadeta Sachin Shaw | SOLUTE DISPERSION OF DRUG CARRIER DURING MAGNETIC DRUG TARGETING FOR HERSHEL - BULKLEY BLOOD FLOW IN A MICRO-VESSEL | Botswana International University of Science and Technology, Botswana |
| Prof. Dr. Bhushan Chavan Dr. Sameer Nanivadekar Prof. Amol Shinde Prof. Sushrut Patankar | RAIN-WATER HARVESTING THROUGH TRAIN FOR DROUGHT PRONE REGIONS | A. P. Shah Institute of Technology, Mumbai |
| Marija Radmilović- Radjenović Marija Ivanović Branislav Radjenović | THE EFFECT OF THE ANTENNA DESIGN ON THE CHARACTERISTICS OF MICROWAVE ABLATION TREATMENT OF LIVER CANCER | University of Belgrade, Serbia |
| M.E.Akramovb K.Sabirovc O.V.Karpovaa D.U.Matrasulova S.M.Usanovd | GENERATION OF NONLOCAL SOLITONS IN OPTICAL FIBER NETWORKS | National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan |

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 1 / Hall-5

22.02.2022

Moderator: Uzm. Dr. Bülent Halaçlar

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 10:00 - 12:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dr. Ayşe Seda ATAOL | USAGE OF ANTIMICROBIAL AGENTS IN DENTURE LINER MATERIALS | Özel Zoom Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği |
| Aydin Nadir Kadir Ugur Mert Bektas Morrad Fezan Mutlu Yüksel Cavusoglu | EFFECTS OF DOBUTAMINE AND LEVOSIMENDAN ON SYSTOLIC TIME INTERVALS IN PATIENTS WITH DECOMPENSATED HEART FAILURE | Bezmialem Vakif University, Maltepe/Istanbul, Turkey |
| Aydin Nadir | SMART THERMOELECTRIC BRAIN HYPOTHERMIA DEVICE | Bezmialem Vakif University, Maltepe/Istanbul, Turkey |
| Uzm. Dr. Bülent Halaçlar | THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTHY LIFE EXPECTANCY AND CHILDHOOD OBESITY | Adana Algomed Hastanesi Genel Cerrahi Kliniği, Adana |
| Hatice Esra CAN Özcan BUDAK | THE EFFECTS OF MALE FACTOR INTENSITY IN IVF TREATMENTS | Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye |
| Ayşegül DURAK | INVESTIGATING OF TRPC CHANNELS, THE CONTRIBUTION OF INTRACELLULAR CALCIUM CHANGING IN METABOLIC SYNDROME | Ankara University Faculty of Medicine Biophysics Department, Ankara, Turkey |
| Ahmet Kemal FİLİZ | INVESTIGATION OF THE ANTIPROLIFERATIVE EFFECT OF OMIPALISIB ON C6 GLIOMA CELL LINE | ÜniversiteCumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye. |

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session-1 / Hall-6

22.02.2022

Moderator: Sebahattin Karabulut

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 10:00 - 12:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Prof. Dr. Şebnem ASLAN Esma ATALI | AN IMPORTANT CONCEPT IN THE ACQUISITION OF APPROPRIATE HEALTH CARE: HEALTH LITERACY | Selçuk University, Turkey |
| Prof. Dr. Şebnem ASLAN Ganime KÖK | HEALTH CONTROL FOCUS CONCEPT: CONTENT ANALYSIS | Selçuk University, Turkey |
| Sebahattin Karabulut | THIAMINE ALLEVIATES EPILEPTOGENESIS BY RELIEVING BRAIN INFLAMMATION IN PTZ-INDUCED KINDLING RAT MODEL | Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Sivas, Türkiye |
| Çiğdem KARAKAYALI AY Esra KARATAŞ OKYAY | INNOVATIVE APPROACHES USED IN PREGNANCY, BIRTH AND POSTPARTUM PERIOD | Inonu University |
| Çiğdem KARAKAYALI AY Esra KARATAŞ OKYAY | MEDIA AND WOMEN'S HEALTH | Inonu University |
| Mehmet Özüüçli Barış Güner İhsan Kısadere | EFFECTS OF PSOROPTIC MANGE ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN MERINO EWES | Balıkesir Üniversitesi/Veteriner Fakültesi/ Parazitoloji A.B.D/Balıkesir/Türkiye |

All participants must join the conference 15 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



Session 2 / Hall-1

22.02.2022

Moderator: Assist. Prof. Dr. Süleyman ADAK

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 12:30 - 14:30

| Author(s) | Title | Affiliation |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Süleyman ADAK | COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF DYNAMIC CIRCUITS BY STATE VARIABLE MODEL | Mardin Artuklu Üniversitesi, Mardin Meslek Yüksekokulu, Mardin, Türkiye |
| Assist. Prof. Dr. Süleyman ADAK | COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF DYNAMIC CIRCUITS BY STATE VARIABLE MODEL | Mardin Artuklu Üniversitesi, Mardin Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü |
| Ilter Demirhan Erkan Oner Ergul Belge Kurutas | AN EVALUATION OF AMPHIREGULIN IN CHILDREN-WHO STUTTER AND ITS RELATIONSHIP TO SEVERITY | Harran University, Sanlıurfa, Turkey Mersin University, Mersin, Turkey Sutcu Imam Univestiy, Kahramanmaras, Turkey |
| Erkan Oner Ilter Demirhan Ergul Belge Kurutas Serap YALIN | INVESTIGATION OF UNCHARACTERIZED PEPTIDE (UNIPROTKB - A0A355SB92) IN SARS COV-2 MAJOR PROTEASE STRUCTURE BY PROTEIN-PEPTIDE DOCKING METHOD: IN SILICO STUDY | Harran University, Sanlıurfa, Turkey Mersin University, Mersin, Turkey Sutcu Imam Univestiy, Kahramanmaras, Turkey |
| Ozge ERKEN Mustafa GUNES Cebraail GUMUS | A STUDY ABOUT OPTICAL CONSTANTS OF ZnS:Mn THIN FILMS GROWTH BY CHEMICAL BATH DEPOSITION | Adıyaman University, Turkey Adana Alparslan Turkes Science and Technology University, Adana, Turkey Çukurova University, Turkey |
| Hakan Yaykaşlı | INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF Fe ₂₅ Ni ₂₅ Co ₂₅ Cu ₂₅ HIGH ENTROPY ALLOY BY ARC MELTING METHOD | Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksekokulu, Elektronik Teknolojisi Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye. |

All participants must join the conference 15 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



Session 2 / Hall-2

22.02.2022

Moderator: Mr. Muhammad Nasir

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 12:30 - 14:30

| Author(s) | Title | Affiliation |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mr. Muhammad Nasir Dr. Nurnadiyah Zamri Dr. Muhammad Waqas | AN ANALYTICAL STUDY FEATURING MAXWELL NANOFLUID DUAL CONVECTIVE FLOW CONFIGURED BY A STRETCHABLE SURFACE IN FRAMES OF IMPROVED HEAT-MASS FLUXES | University Sultan Zainal Abidin (Kampus Gong Badak), Malaysia |
| Amol Shinde Abhishek Kolekar Soham Khairnar Parth Paranjpe Sarvesh Pawar | REVIEW: DEVELOPMENT OF LAP TIME SIMULATION SOFTWARE TO DRIVE EV | A. P. Shah Institute of Technology, Thane, Maharashtra, India |
| Yağız Akyıldız Adnan Akman Burak Horasan Hüseyin Aydın Rıdvan Yamanoglu | INVESTIGATING THE EFFECT OF QUENCHING MEDIA AND AGITATION CONDITIONS ON THE MICROSTRUCTURE, HARDNESS, AND STRESS DISTRIBUTION OF AISI 4140 STEEL BY USING FEM | Onatus Vision Technologies, 41400, Kocaeli, Turkey/ Kocaeli University Delft University of Technology, Delft, The Netherlands İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye Tübitak Marmara Araştırma Merkezi, Kocaeli, Türkiye |
| Hakan ÇİFTÇİ | KINETICS AND ISOTHERMS OF ULTRASOUND-ASSISTED CATIONIC DYE ADSORPTION ONTO BENTONITE | Afyon Kocatepe Üniv., Mühendislik Fak., Maden Müh. Böl., Afyonkarahisar, Türkiye |
| Hasan KARA Mustafa Özgür BORA Emine Baş ÇEP | THE INFLUENCE OF HOLDING TIME ON THE IMPACT AND FLEXURAL PROPERTIES OF TFP PRODUCED GF- PA6 COMPOSITES UNDER COMPRESSION MOLDING PROCESS | Kocaeli University / Institute of Science and Technology |
| Hüseyin Emre ÖZGÜR Necdet Sinan ÖZBEK Mehmet İlsteriş SARIGEÇİLİ | ASSESSMENT OF LQR AND EXPLICIT MPC METHODS ON INVERTED PENDULUM ON A CART SYSTEM | Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi ADANA/TÜRKİYE |
| Ms. Dipali Rajguru Dr. Krishnkant Dave Dr. Sameer Nanivadeka | RECENT CONSUMER ELECTRONIC PRODUCT PURCHASING TRENDS IN INDIA | Pacific University, Udaipur, India A. P. Shah Institute of Technology, Thane, India |

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 2 / Hall-3

22.02.2022

Moderator: Dr. Deepak Kumar Srivastava

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 12:30 - 14:30

| Author(s) | Title | Affiliation |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lia Mulyana Christine Wulandari Hari Kaskoyo Rahmat Safe'i Slamet Budi Yuwono Indra Gumay Febryano | LEVEL OF FARMERS' PARTICIPATION IN SUPPORTING COMMUNITY FOREST PROGRAM (HKM): CASE STUDY IN THE SINAR HARAPAN FARMERS GROUP ASSOCIATION, LAMPUNG PROVINCE | The University of Lampung, Indonesia |
| Dr. Deepak Kumar Srivastava | BIODIVERSITY AND ITS CONSERVATIONAL STRATEGIES | Career Convent Girls Degree College, Lucknow,U.P. India |
| Nindya Tria Puspita Christine Wulandari Hari Kaskoyo Arief Darmawan Indra Gumay Febryano Yulia Rahma Fitriana | ECOLOGY PERCEPTION OF COMMUNITY ON SUPPORTING THE SUSTAINABILITY OF PROTECTED FORESTS: CASE STUDY IN COMMUNITY FORESTS GROUP OF MARGO RUKUN, LAMPUNG- INDONESIA | The University of Lampung, Indonesia |
| Destia Novasari Sugeng P. Harianto Christine Wulandari Indra Gumay Febryano Samsul Bakri Hari Kaskoyo | PLANTS SELECTION PREFERENCES IN AGROFORESTRY PATTERNS IN BATUTEGI PROTECTED FOREST MANAGEMENT UNIT TO MINIMIZE GLOBAL WARMING | The University of Lampung, Indonesia |
| Solomon Tosin Okeshina Promise Goodness Adeleye Aderemi Timothy Adeleye Kayode Michael Oluwadare Gideon Oluwaseun Olayioye Oludare O. Osiboye | A REVIEW ON UTILIZATION OF BIOMASS TOWARD REALIZATION OF RENEWABLE ENERGY & CIRCULAR ECONOMY | Ladoke Akintola University of Technology, PMB 4000, Ogbomoso, Oyo State, Nigeria |
| Promise Goodness Adeleye Aderemi Timothy Adeleye Kayode Michael Oluwadare Gideon Oluwaseun Olayioye Oludare O. Osiboye | EVALUATION OF DIGITAL INNOVATION APPROACH & ITS CONTRIBUTION TO ECONOMIC GROWTH DURING COVID-19 PANDEMIC | Department of Agriculture, University of Ilorin P.M.B 1515. Ilorin, Kwara State, Ilorin, Nigeria |
| Destia Novasari Sugeng P. Harianto Christine Wulandari Indra Gumay Febryano Samsul Bakri Hari Kaskoyo | PLANTS SELECTION PREFERENCES IN AGROFORESTRY PATTERNS IN BATUTEGI PROTECTED FOREST MANAGEMENT UNIT TO MINIMIZE GLOBAL WARMING | The University of Lampung, Indonesia |



**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 2 / Hall-4

22.02.2022

Moderator: Dr. Binyam Zigta

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 12:30 - 14:30

| Author(s) | Title | Affiliation |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nehal Fatima Zidane Azzedenia Metlef Sarra | IMMOBILIZATION AND OPTIMIZATION PARAMETERS PRODUCTION OF LIPASE ISOLATE FROM SERRATIA SP. | University Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algeria |
| Blerina Pupuleku Donald Shuka Lulëzim Shuka Klea Trokoliçi Gëzim Kapidani Ermelinda Gjeta | COMPARATIVE DATA ON THE PALYNOMORPHOLOGICAL STUDY OF POLLEN GRAINS OF TWO ALBANIA'S PLANTS OF VERSICOLOR SPECIE OF CAMPANULA GENUS | University "A. Xhuvani", Elbasan, Albania |
| Lina Farhad Hussein Ahmad Asia Abdulhamid Mohammed Saadullah | ELISA AND CULTURAL TECHNIQUES FOR IDENTIFICATION FUNGAL SPECIES FROM BEAN (PHASEOLUS VULGARIS L.) | University of Duhok, College of science, Department of Biology ,Iraq |
| Dr. Binyam Zigta | EFFECT OF MHD BLOOD FLOW WITH VELOCITY, THERMAL AND CONCENTRATION SLIP BOUNDARY LAYER | Wachemo University College of Natural and Computational Science |
| Subhashish Dey | BIOSORPTIONS OF PHOSPHOROUS FROM WATER BY THE APPLICATIONS OF PLANT LEAF BIOSORBENTS | Gudlavalleru Engineering College, Andhra Pradesh, India |
| Ho Keat LENG Yi Xian Philip PHUA André RICHELIEU Shintaro SATO Sock Miang TEO-KOH Yen-Chun LIN | CORRELATIONS BETWEEN VISUAL ATTENTION AND CONSUMER BEHAVIOUR: AN EXPLORATORY STUDY WITH SPORTS SHOES AND APPARELS | Nanyang Technological University, Singapore Université du Québec à Montréal, Canada Waseda University, Japan |

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 2 / Hall-5

22.02.2022

Moderator: Assist. Prof. Dr. Şerif ÖZLÜ

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 12:30 - 14:30

| Author(s) | Title | Affiliation |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Şindar TOPRAK D. Türkan KEJANLI F. Demet AYKAL | THE IMPORTANCE OF TRANSPORTING CULTURAL HERITAGE TO THE ARCHAEOLOGICAL AREA: THE CASE OF HASANKEYF | Dicle University, Diyarbakır/Turkey |
| Rukiye İLER F. Demet AYKAL D. Türkan KEJANLI | EVALUATION OF THE LANDSCAPE DESIGN BY THE SWOT ANALYSIS METHOD OF DIYARBAKIR DICLE BRIDGE SURROUNDINGS | Dicle University, Diyarbakır/Turkey |
| Süleyman İpek Kasım Mermerdaş | EFFECT OF WASTE TIRE AGGREGATE ON THE FRESH PROPERTIES OF GEOPOLYMER MORTAR | Bingöl University, Bingöl, Turkey |
| Şerif ÖZLÜ | BIPOLAR VALUED INTERVAL FUZZY PRIORITIZED WEIGHTED DOMBI GEOMETRIC OPERATORS BASED ON MULTI-CRITERIA DECISION MAKING PROBLEMS | Gaziantep University, Nizip Vocational High School, 27300 Gaziantep, Turkey |
| Assoc. Prof. Dr. Rıdvan Yamanoğlu R.A. Hasan İsmail Yavuz | INVESTIGATION OF THE PRODUCTIONABILITY OF BABBITT ALLOYS WITH GAS ATOMIZATION AND COATABILITY BY USING THERMAL SPRAYING METHODS | Kocaeli University, Faculty of Engineering, Metallurgy and Material Engineering Department, Kocaeli, Turkey |
| Hasan ULUS Halil Burak KAYBAL | AN ASSESSMENT ON LOAD- CARRYING PERFORMANCE AFTER IMPACT TEST IN SEAWATER AGED BOLTED NANOCOMPOSITE STRUCTURES | Selçuk University, Huglu Vocational School, Konya, Turkey /Sabacı University, Integrated Manufacturing Technologies Research and Application Center, Istanbul, Turkey |
| Esmâ Tuğçenur KUMAŞ Esra KARACA Ali DURMUŞ | IMPROVEMENT OF SURFACE RADIANCE IN TITANIUM MATERIAL BY SANDBLASTING OF INTERMEDIATE CONNECTOR MULTI-DIRECTIONAL CONNECTOR PART USED FOR SPINAL STABILIZATION | Bura Uludağ Üniversitesi, Biyomalzemeler Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı Mühendislik Fakültesi, Karabük / Türkiye |
| Fatih Sargın Funda Ak Azaem Kürşat Kanbur | EFFECT OF VACUUM DRYING PARAMETERS ON GRAPHENE OXIDE PRODUCTION | Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey |



Işıl Birlik
Ahmet Türk

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 2 / Hall-6

22.02.2022

Moderator: Assist. Prof. Dr. Halil BAYRAM

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 12:30 - 14:30

| Author(s) | Title | Affiliation |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Assist. Prof. Dr. Halil BAYRAM | EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PANEL RADIATOR CONNECTION TYPE ON THE THERMAL PERFORMANCE | Amasya University, Amasya, Türkiye |
| Mehmet ÇAKMAKKAYA Berat TOSUNCU | LOAD STRENGTH ANALYSIS IN SOLIDWORKS FOR ST-37 (S235JR), ST-52 (S355JR), AND HARDOX SHEET | Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Türkiye |
| Yağız Akyıldız Yağız Arslan Hüseyin Aydın Rıdvan Yamanoglu | THE EFFECT OF SINTERING TEMPERATURE OF FE-MN-C ALLOY CALCULATED BY CALPHAD METHODOLOGY ON MECHANICAL PROPERTIES | Onatus Öngörü Teknolojileri, Kocaeli, Türkiye Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye İstanbul Teknik University, İstanbul, Türkiye Tübitak Marmara Araştırma Merkezi, Kocaeli, Türkiye |
| Gülşen Akman Rana Hatipoğlu Enes Aşkın | SUPPLIER SELECTION OF A COMPANY OPERATING IN DEFENSE AND AVIATION INDUSTRY BY FUZZY TOPSIS METHOD | Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye |
| Mehmet Sinan ÇETİN Mahir UZUN | UNIVERSAL TEST FIXTURE DESIGN FOR STATIC BENDING STRENGTH TEST OF GEAR WITH CURVE TEETH FORM | İnönü University, Malatya, TURKEY |
| Tuba ÇINAR | INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PRINTING DIRECTION ON MICROSTRUCTURE OF METAL PLATES MANUFACTURED BY ADDITIVE MANUFACTURING | Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye |
| Hanife KARA Mahir UZUN | OPTIMIZATION OF TRIANGLE BODY FILLING ON CYLINDRICAL GEAR WHEEL | İnönü University, Malatya, TURKEY |

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 3 / Hall-1

22.02.2022

Moderator: Assist. Prof. Dr. Çiğdem GÖZEL

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 15:00 - 17:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Zeynep SÖNMEZ Memiş ÖZDEMİR | EFFECTS OF ELF5 AND FGF21 GENE POLYMORPHISMS ON SOME PERFORMANCE TRAITS IN BROWN SWISS CATTLE | Atatürk University, Erzurum, Türkiye |
| Ali KARANFİL | DETECTION AND GENETIC DIVERSITY OF CELERY MOSAIC VIRUS ISOLATES FROM CELERY PRODUCTION FIELDS OF WESTERN ANATOLIA REGION IN TURKEY | Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Türkiye |
| Reşit UĞRAN | CURCUMIN AND DIABETES MELLITUS | Batman University, Tourism Faculty, Batman, Turkey |
| Reşit UĞRAN | IRISIN AND TYPE 2 DIABETES (T2DM) | Batman University, Tourism Faculty, Batman, Turkey |
| Erdem SEVEN | REVEALING A SMALL COLLECTION OF MOTH SPECIES (LEPIDOPTERA) FROM RIZE AND ARTVIN PROVINCES, NORTH-EASTERN BLACK SEA REGION OF TURKEY | Batman University, Batman, Türkiye |
| Umutcan TAŞDELEN Ertan ATEŞ | DETERMINATION OF FORAGE YIELD AND QUALITY PROPERTIES OF BLUE MELILOT (<i>MELILOTUS CAERULEUS</i> (L.) DESR.) AT EARLY SPRING SOWING UNDER EDİRNE ECOLOGICAL CONDITIONS | Uzunköprü Ziraat Odası, Uzunköprü, Edirne, Türkiye. |
| Aylin Buse Kaymakçı Hüseyin Çetin | DEVELOPMENT OF <i>PLODIA INTERPUNCTELLA</i> (HUBNER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) IN DIFFERENT TYPES OF WHEAT FLOUR | Selçuk University, Konya, Türkiye |
| Assist. Prof. Dr. Çiğdem GÖZEL | ROLE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES IN BIOLOGICAL CONTROL OF AGRICULTURAL PESTS | Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale-Türkiye |
| Nergis KAYA | ANTI-CYTOTOXIC AND ANTI GENOTOXIC EVALUATION OF VIBURNUM OPULUS AND EQUISETUM ARVENSE EXTRACT COMMERCIAL FORMULATIONS | Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale/Türkiye |
| Adnan AYHANCİ Mustafa CENGİZ Ahmet MUSMUL Namık BİLİCİ Suzan YAMAN Merve DEMİR İlknur Kulcanay ŞAHİN | THE POTENTIALS OF SOME MEDICINAL AROMATIC PLANTS IN THE COVID-19 PANDEMIC: AN UPDATE | Eskişehir Osmangazi University, Eskişehir, Türkiye. |



**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 3 / Hall-2

22.02.2022

Moderator: Dr. Mohamed MILOUDI

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 15:00 - 17:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mohamed MILOUDI Houcine MILOUDI Abdelber BENDAOU Abdelkader RAMI Nassireddine BENHADDA | STUDY OF THE EMC BEHAVIOR OF A PFC STRUCTURE | APELEC Laboratory, AZUR University |
| Mehrdad Parsaee Shila Khademi SharifAbad | REDUCING SECURITY RISK OF UNAUTHORIZED ACCESS TO COMPANY'S DATA WHILE REMOTE WORKING IN COVID-19 CRISIS | Tehran, Iran |
| S. H. Abbasi A. Mahmood | MODELING AND PROPORTIONAL-INTEGRAL CONTROL OF A PROSTHETIC FINGER | SS CASE IT, Pakistan |
| Imge Kunter Taqwa Qasem Mustafa Gazi | EFFECTS OF ALGINATE-GELATIN RATIO ON CELL VIABILITY IN BIO-POLYMERIC MICROSPHERES | Eastern Mediterranean University, Faculty of Arts and Sciences, Polymeric Materials Research Laboratory, Department of Chemistry, Famagusta, T.R. North Cyprus via Mersin 10, Turkey |
| Abdollah Mohammadi-Sangcheshmeh Atieh Hajarizadeh | EFFECTS OF AFLATOXIN B1 ON EXPRESSION OF APOPTOSIS GENES DURING OOCYTE MATURATION | University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran |
| Mahmood Ahmed, PhD | CURCUMIN HETEROCYCLICS AS UREASE INHIBITORS. IN VITRO BIOLOGICAL ACTIVITIES AND MOLECULAR DOCKING STUDIES | University of Education, Lahore-Pakistan |
| Maryna Kolosnichenko Olga Yezhova Kalina Pashkevich | CLASSIFICATION OF TEXTILES FOR INTERIOR DESIGN | Kyiv National University of Technologies and Design |
| Jasim Awad Abdounaylee Anwar Jasib Thaaban Almzaiei Zuhail Alim | INACTIVE VITAMIN K-DEPENDENT MATRIX GLA PROTEINS and FEUTIN as POTENTIAL BIOMARKERS of INFLAMMATORY DAMAGE in MICROVASCULAR COMPLICATION of TYPE2 DIABETES | Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir, Turkey |
| Abdurasulov Otabek Hatamugli | ПРИЧИНА НАГРЕВА МИШЕНИ НЕЙТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НГ-150 И СПОСОБ ЕЕ ОХЛАЖДЕНИЯ | Master student of the National University of Uzbekistan |



Гамидов Эльшад Гамид оглы

КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ
ОПЕРАТОРНО -
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ
ВТОРОГО ПОРЯДКА

Азербайджанский Государственный
Педагогический Университет

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 3 / Hall-3

22.02.2022

Moderator: Yunfan Wu

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 15:00 - 17:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Rohma Ashraf Ifzonia Babar Sana Fatima | PERSONALITY CHARACTERISTICS: AS PREDICTOR OF ACADEMIC PERFORMANCE IN UNIVERSITY STUDENTS | University of Management and Technology, Lahore, Pakistan |
| Nor Liyana Amalini Mohd Kamal Lazim Abdullah | A PAIRWISE COMPARISON APPROACH WITH CONSISTENCY RATIO FOR PRIORITIZING SUSTAINABLE WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY | Universiti Malaysia Terengganu, Kuala Nerus, Terengganu |
| Raed Mohammed Kadhim M. Ali Hussien Abid Ali Bakir Mraity Ali Abid Abojassim | RADIATION RISK FROM CHEST COMPUTED TOMOGRAPHY | University of Kufa, Najaf, Iraq |
| Yunfan Wu Yi Zhang Rena Kagami Keita Kinoshita Shintaro Sato | THE IMPACT OF COVID-19 CRISIS ON MOTIVATION AND HIKING INTENTION OF GENERATION Z IN CHINA: MODERATING EFFECTS OF PERCEIVED RISK AND COPING APPRAISALS | Waseda University, Tokyo, Japan |
| Ilnura I. Fayzullina | INCREASING THE DEGREE OF ADAPTATION OF UNIVERSITY STUDENTS | Russian State Social University, 129226, Moscow, Russia |
| Irina Alexandrovna SKORYATINA Ilya Nikolaevich MEDVEDEV Svetlana Yurievna Zavalishina | TREATMENT OF DYSLIPIDEMIA IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION | Russian State Social University, 129226, Moscow, Russia |
| Ospanova Bikesh Revovna Kazhikenova Saule Sharapatovna Seilkhanova Ainur Yergalieva | THEORETICAL SUBSTANTIATION OF EMPIRICAL STUDYING OF VERBAL COGNITIVE PROCESSES OF SPECIALISTS BASED ON THE SHANNON LAW OF INFORMATION CONSERVATION AND ENTROPY | Karaganda Technical University, Kazakhstan, Karaganda |
| Bispo RAUL | NUMERICAL ANALYSIS IN THE APPLICATION OF AIR IN THE VISCOUS DRAG REDUCTION ON THE DUISBURG TEST CASE HULL | Federal University of Rio Grande, Brazil |
| Harish C Gugnani | PEDIATRIC CRYPTOCOCCOSIS AND HISTOPLASMOSIS IN INDIAN SUBCONTINENT, AN UPDATE | Vallabhbai Patel Chest Institute, University of Delhi, Delhi-110007, India |

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**



Session 3 / Hall-4

22.02.2022

Moderator: Thi Kieu Ngan TRAN

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 15:00 – 17:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Assia Bouhoudan Fatima Chidi Mustapha Khaddor | INDUCTION OF AGING AND APOPTOSIS BY SUCROSE IN PENICILLIUM AURANTIOTRISEUM | Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco |
| Tanveer Alam Murtaza Gani Rukhsana Rahman Khalid ul Islam Rather | HPLC QUANTIFICATION OF THE CHEMICAL CONSTITUENTS FROM INDIGENOUS FRUITS AND VEGETABLES OF INDIAN HIMALAYAN REGION | HNB Garhwal University Srinagar (Garhwal) Utrakhand India |
| Amhimmid .Q. Almabrou | CONTROL SYSTEM DESIGN TO CONTROLLING AFARMS IRRIGATION TO EXPLOIT SEWAGE WATER BY PROGRAMABLE LOGIC CONTROL | Mechatronics Department, Higher Institute of Engineering Technology, Bani Walid, Libya |
| Thi Kieu Ngan TRAN Van Thuan LE | APPLICATION OF LOTUS SEED PODS FOR METHYLENE BLUE REMOVAL | Duy Tan University, Vietnam |
| Thuan Anh Nguyen | RISK ASSESSMENT TO NITRATE OF KHANH HOA POPULATION DUE TO RAW VEGETABLE CONSUMPTION | Nha Trang University, Nha Trang, Vietnam |
| Dr. Syed Makhdoomm Hussain | USE OF MORINGA OLEIFERA BY-PRODUCTS BASED DIETS FOR CATLA CATLA, LABEO ROHITA AND CIRRHINUS MRIGALA FINGERLINGS | Government College University, Faisalabad, Pakistan |
| Dewi Nusraningrum Adi Nurmahdi Anees Janee Ali | MSME HALAL PRODUCT DEVELOPMENT | Universitas Mercu Buana |

All participants must join the conference 15 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



Session 3 / Hall-5

22.02.2022

Moderator: Assist. Prof. Dr. Archana Dixit

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 15:00 - 17:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wahid Ullah Dr. Muhammad Asif Jan Dr. Emel Khan | IMPROVED FIREFLY ALGORITHM WITH DIFFERENT DISTANCE FORMULAE | Kohat University Of Science And Technology, Pakistan |
| Muhammad Ruman Dr. Abid Saeed | A FINITE ELEMENT METHOD WITH BERNSTEIN POLYNOMIALS FOR BIHARMONIC EQUATION ON DOMAIN WITH CURVE BOUNDARY | Kohat University of Science & Technology, Pakistan |
| Archana Dixit Vinod Kumar Bhardwaj Anirudh Pradhan Symala Krishannair | OBSERVATIONAL SIGNATURE IN KANTOWSKI-SACHS F(R) GRAVITY MODEL WITH STRANGE QUARK MATTER | GLA University, Mathura-281 406, Uttar Pradesh |
| YIRGA ABEBE BELAY HABTU ZEGEYE OGANEDITSE A. BOIKANYO | APPROXIMATION METHODS FOR SOLVING SPLIT EQUALITY OF VARIATIONAL INEQUALITY AND f , g -FIXED POINT PROBLEMS IN REFLEXIVE BANACH SPACES | Botswana International University of Science and Technology, Pvt. Bag 0016 Palapye, Botswana |
| Ahmad Sharif | A STUDY OF TRAVELLING AND OPTICAL SOLITONS FOR MULTIDIMENSIONAL LANDAU- LIFSHITZ-GILBERT SYSTEM | Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran |
| Simret Kidane Goitom Máté Papp Márton Kovács Tibor Nagy István Gy. Zsély Tamás Turányi László Pál | COMPARATIVE TESTING OF SEVERAL LOCAL AND GLOBAL OPTIMIZATION METHODS ON FITTING OF RATE PARAMETERS OF CHEMICAL KINETICS MODELS | ELTE Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary |
| Shiva Eshaghi | NUMERICAL SCHEME FOR THE FRACTIONAL-ORDER SYSTEM DERIVED FROM THE LORENZ SYSTEM | Alzahra University, Tehran, Iran |
| Vidhi Chhillar Izhar Uddin | A NEW FIXED POINT ITERATION PROCESS | Jamia Millia Islamia, New Delhi, 110025, India |
| Dr. Rozina Khattak | STRUCTURAL EFFECT ON THE REDOX MECHANISM | Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar |

All participants must join the conference 15 minutes before the session time.

Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.

Kindly keep your cameras on till the end of the session.



Session 3 / Hall-6

22.02.2022

Moderator: Necla BARLIK

Meeting ID: 810 6110 8324 / Passcode: 445566

Ankara Local Time: 15:00 - 17:00

| Author(s) | Title | Affiliation |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Hurem DUTAL | ASSESSMENT OF THE EFFECT OF URBANIZATION ON FLOOD SUSCEPTIBILITY USING TWI (TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX): A CASE OF THE KAHRAMANMARAŞ CITY | Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Turkey |
| Necla BARLIK | ANALYSIS OF THE EFFECTS OF METEOROLOGICAL FACTORS ON AQI BY MULTIPLE REGRESSION MODEL | Ardahan University, Turkey |
| Zeynep MOSCHİNİ Merve Hilal DEMİRKAN | ECO-FRIENDLY BIODEGRADABLE PACKAGING MATERIAL PRODUCTION FROM LEMON SHELLS WITH MORINGA OLEIFERA EXTRACT | Nuray Tuncay Kara Bilim Ve Sanat Merkezi, Gaziantep, Türkiye |
| Assist. Prof. Dr. Sibel ASLAN Meltem ŞİRAZİ | EFFECTS OF IMPREGNATION RATIO AND ACTIVATION TEMPERATURE ON PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF ACTIVATED CARBON | Fırat University, Turkey |
| Assoc. Prof. Dr. Cengiz YILDIRIM Elif Tansu BAŞKOL | MEDICINAL PLANTS OF AKDAG (AMASYA) WITH A NATURAL SPREAD | Amasya University, Turkey |

**All participants must join the conference 15 minutes before the session time.
Every presentation should last not longer than 10-12 minutes.
Kindly keep your cameras on till the end of the session.**

CONTENT

| | |
|-----------------------------|----------|
| CONFERENCE ID | 1 |
| SCIENTIFIC COMMITTEE | 2 |
| PHOTO GALLERY | 3 |
| PROGRAM | 4 |
| CONTENT | 5 |

PROCEEDINGS BOOK

| TITLE AUTHOR(S) | PAGE |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| INTERVAL VALUED BIPOLAR FUZZY PRIORITIZED WEIGHTED DOMBI GEOMETRIC OPERATORS BASED ON MULTI-CRITERIA DECISION MAKING PROBLEMS Şerif ÖZLÜ | 1 |
| LOAD STRENGTH ANALYSIS IN SOLIDWORKS FOR ST-37 (S235JR), ST-52 (S355JR), AND HARDOX SHEET Mehmet ÇAKMAKKAYA Berat TOSUNCU | 11 |
| GENDER DETERMINATION OF CATS BY USING DEEP LEARNING ON CAT SOUND SPECTROGRAMS Mehmet Bilal Er Emre Can Kuran Umut Kuran | 23 |
| INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF POLYESTER COMPOSITE PRODUCED WITH SYNTHESIZED SCHIFF BASE Hakan ŞAHAL Ercan AYDOĞMUŞ | 30 |
| KINETICS and ISOTHERMS of ULTRASOUND-ASSISTED CATIONIC DYE ADSORPTION onto BENTONITE Hakan ÇİFTÇİ | 39 |
| REVEALING A SMALL COLLECTION OF MOTH SPECIES (LEPIDOPTERA) FROM RIZE AND ARTVIN PROVINCES, NORTH-EASTERN BLACK SEA REGION OF TURKEY Erdem SEVEN | 50 |
| THE INFLUENCE OF HOLDING TIME ON THE IMPACT AND FLEXURAL PROPERTIES OF TFP PRODUCED GF-PA6 COMPRESSION MOLDING PROCESS Hasan KARA Mustafa Özgür BORA Emine Baş ÇEP | 54 |
| MODELING AND PROPORTIONAL-INTEGRAL CONTROL OF A PROSTHETIC FINGER S. H. Abbasi A. Mahmood | 66 |
| COMPARATIVE DATA ON THE PALYNOMORPHOLOGICAL STUDY OF POLLEN GRAINS OF TWO ALBANIA'S PLANT INDIVIDUALS OF VERSICOLOR SPECIE OF CAMPANULA GENUS Blerina Pupuleku Donald Shuka Lulëzim Shuka Klea Trokoliçi Gëzim Kapidani Ermelinda Gjeta | 73 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AN ASSESSMENT ON LOAD-CARRYING PERFORMANCE AFTER IMPACT TEST IN SEAWATER AGED BOLTED NANOCOMPOSITE STRUCTURES Hasan ULUS Halil Burak KAYBAL | 79 |
| ASSESSMENT OF THE EFFECT OF URBANIZATION ON FLOOD SUSCEPTIBILITY USING TWI (TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX): A CASE STUDY OF THE KAHRAMANMARAS CITY Hurem DUTAL | 88 |
| ANALYSIS OF THE EFFECTS OF METEOROLOGICAL FACTORS ON AQI BY MULTIPLE REGRESSION MODEL Necla BARLIK | 97 |
| INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF Fe ₂₅ Ni ₂₅ Co ₂₅ Cu ₂₅ HIGH ENTROPY ALLOY BY ARC MELTING METHOD Hakan YAYKAŞLI | 109 |
| DETERMINATION OF FORAGE YIELD AND QUALITY PROPERTIES OF BLUE MELILOT (<i>Melilotus caeruleus</i> (L.) Desr.) AT EARLY SPRING SOWING UNDER EDİRNE ECOLOGICAL CONDITIONS Umutcan TAŞDELEN Ertan ATEŞ | 115 |
| SUPPLIER SELECTION OF A COMPANY OPERATING IN DEFENSE AND AVIATION INDUSTRY BY FUZZY TOPSIS METHOD Gülşen AKMAN Rana HATİPOĞLU Enes AŞKIN | 122 |
| FIRST PHOTOMETRIC STUDY OF ECLIPSING BINARY STAR SYSTEM KL AUR Oğuz ÖZTÜRK | 134 |
| EVALUATION OF THE LANDSCAPE DESIGN BY THE SWOT ANALYSIS METHOD OF DIYARBAKIR DICLE BRIDGE SURROUNDINGS Rukiye İLER F.Demet AYKAL D.Türkan KEJANLI | 144 |
| INVESTIGATING THE EFFECT OF QUENCHING MEDIA AND AGITATION CONDITIONS ON THE MICROSTRUCTURE, HARDNESS, AND STRESS DISTRIBUTION OF AISI 4140 STEEL BY USING FEM Yağız AKYILDIZ Adnan AKMAN Burak HORASAN Rıdvan YAMANOĞLU Hüseyin AYDIN | 156 |
| THE EFFECT OF SINTERING TEMPERATURE OF Fe-Mn-C STEEL CALCULATED BY CALPHAD METHODOLOGY ON MECHANICAL PROPERTIES Yağız AKYILDIZ Yağız ARSLAN Hüseyin AYDIN Rıdvan YAMANOĞLU | 164 |
| THEORETICAL SUBSTANTIATION OF EMPIRICAL STUDYING OF VERBAL COGNITIVE PROCESSES OF SPECIALISTS BASED ON THE SHANNON LAW OF INFORMATION CONSERVATION AND ENTROPY Ospanova Bikesh Revovna Kazhikenova Saule Sharapatovna Seilkhanova Ainur Yergalievna | 175 |
| PLANTS SELECTION PREFERENCES IN AGROFORESTRY PATTERNS IN BATUTEGI PROTECTED FOREST MANAGEMENT UNIT TO MINIMIZE GLOBAL WARMING Destia Novasari Sugeng P. Harianto Christine Wulandari Indra Gumay Febryano Samsul Bakri | 181 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Hari Kaskoyo A HYBRID APPROACH OF NEURAL NETWORK WITH PARTICLE SWARM OPTIMIZATION IN EVALUATING THE SUCCESS OF CRYOTHERAPY WART TREATMENT METHOD Serdar GÜNDOĞDU | 191 |
| AN IMPORTANT CONCEPT IN THE ACQUISITION OF APPROPRIATE HEALTH CARE: HEALTH LITERACY Şebnem ASLAN Esmâ ATALI | 198 |
| HEALTH CONTROL FOCUS CONCEPT: CONTENT ANALYSIS Şebnem ASLAN Ganime KÖK | 212 |
| ASSESSMENT OF LQR AND EXPLICIT MPC METHODS FOR AN INVERTED PENDULUM ON A CART SYSTEM Hüseyin Emre ÖZGÜR Necdet Sinan ÖZBEK Mehmet İleriş SARIGEÇİLİ | 225 |
| THE IMPORTANCE OF TRANSPORTING CULTURAL HERITAGE TO THE ARCHEOPARK AREA: THE CASE OF HASANKEYF Şindar TOPRAK D. Türkan KEJANLI F. Demet AYKAL | 235 |
| INVESTIGATION OF THE PRODUCTIONABILITY OF BABBITT ALLOYS WITH GAS ATOMIZATION AND COATABILITY BY USING THERMAL SPRAYING METHODS Hasan İsmail YAVUZ Rıdvan YAMANOĞLU | 245 |
| LEVEL OF FARMERS' PARTICIPATION IN SUPPORTING COMMUNITY FOREST PROGRAM (HKM): CASE STUDY IN THE SINAR HARAPAN FARMERS GROUP ASSOCIATION, LAMPUNG PROVINCE Lia Mulyana Christine Wulandari Hari Kaskoyo Rahmat Safe'i Slamet Budi Yuwono Indra Gumay Febryano | 259 |
| CURCUMIN AND DIABETES Reşit UĞRAN | 270 |
| NEW UNIVERSAL TEST TOOL DESIGN FOR STATIC BENDING STRENGTH TEST OF GEARS WITH CURVE TEETH CONFIGURATION Mehmet Sinan ÇETİN Mahir UZUN | 281 |
| A STUDY ABOUT OPTICAL CONSTANTS OF ZnS:Mn THIN FILMS GROWTH BY CHEMICAL BATH DEPOSITION Ozge ERKEN Mustafa GUNES CebraİL GUMUS | 294 |
| EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PANEL RADIATOR CONNECTION TYPE ON THE THERMAL PERFORMANCE Halil BAYRAM | 302 |
| RADIATION RISK FROM CHEST COMPUTED TOMOGRAPHY Raed Mohammed Kadhim M. Ali Hussien Abid Ali Bakir Mraity Ali Abid Abojassim | 308 |
| ECOLOGY PERCEPTION OF COMMUNITY ON SUPPORTING THE SUSTAINABILITY OF PROTECTED FORESTS: CASE STUDY IN COMMUNITY FORESTS GROUP OF MARGO RUKUN, LAMPUNG-INDONESIA Nindya Tria Puspita Christine Wulandari | 314 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Hari Kaskoyo Arief Darmawan Indra Gumay Febryano Yulia Rahma Fitriana | |
| IMPROVEMENT OF SURFACE RADIANCE IN TITANIUM MATERIAL BY SANDBLASTING OF INTERMEDIATE CONNECTOR MULTI-DIRECTIONAL CONNECTOR PART USED FOR SPINAL STABILIZATION Esma Tuğçenur KUMAŞ Esra KARACA Ali DURMUŞ | 320 |
| OPTIMIZATION OF TRIANGLE BODY FILLING ON CYLINDRICAL GEAR WHEEL Hanife KARA Mahir UZUN | 336 |
| EFFECTS OF ELF5 AND FGF21 GENE POLYMORPHISMS ON SOME PERFORMANCE TRAITS IN BROWN SWISS CATTLE Z. SONMEZ M. OZDEMİR | 345 |
| ROLE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES IN BIOLOGICAL CONTROL OF AGRICULTURAL PESTS Çiğdem GÖZEL | 361 |
| MICROWAVE DISSOLUTION ASPHALTITE SLIME, COAL WASTE AND SEWAGE SLUDGE - ORGANIC HUMIC SAND PRODUCTION Yıldırım İsmail TOSUN | 368 |
| MICROWAVE ACTED MICRONIZED GRINDING - VERTICAL BALL MILL GRINDING OF COAL SLIMES, FLY ASH / ERMENEK LIGNITE Yıldırım İsmail TOSUN Fethullah Chichek | 369 |
| A NOTE ON EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR A CLASS OF NONLINEAR FRACTIONAL BOUNDARY VALUE PROBLEM WITH INTEGRAL BOUNDARY CONDITIONS Noureddine BOUTERAA | 371 |
| USAGE OF ANTIMICROBIAL AGENTS IN DENTURE LINER MATERIALS Ayşe Seda ATAOL | 372 |
| HADAMARD TYPE IMPLICIT FRACTIONAL DIFFERENTIAL INCLUSION WITH NONLOCAL INTEGRAL BOUNDARY CONDITIONS Habib DJOURDEM | 374 |
| SMART THERMOELECTRIC BRAIN HYPOTHERMIA DEVICE Aydın Nadir | 375 |
| EFFECTS OF DOBUTAMINE AND LEVOSIMENDAN ON SYSTOLIC TIME INTERVALS IN PATIENTS WITH DECOMPENSATED HEART FAILURE Aydın Nadir Kadir Ugur Mert Bektas Morrad Fezan Mutlu Yuksel Cavusoglu | 377 |
| COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF DYNAMIC CIRCUITS BY STATE VARIABLE MODEL Süleyman ADAK | 386 |
| EFFECTS OF IMPREGNATION RATIO AND ACTIVATION TEMPERATURE ON PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF ACTIVATED CARBON Sibel ASLAN Meltem ŞİRAZİ | 398 |
| DETECTION AND GENETIC DIVERSITY OF CELERY MOSAIC VIRUS ISOLATES FROM CELERY PRODUCTION FIELDS OF WESTERN ANATOLIA REGION IN TURKEY Ali KARANFİL | 405 |
| HEPATIC FVII ALLEVIATES METASTATIC CAPACITY OF TRIPLE NEGATIVE BREAST CANCERS Begüm Kocatürk Chantal Kroone Chris Tieken | 407 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Henri H. Versteeg A REVIEW ON UTILIZATION OF BIOMASS TOWARD REALIZATION OF RENEWABLE ENERGY & CIRCULAR ECONOMY Solomon Tosin Okeshina Promise Goodness Adeleye Aderemi Timothy Adeleye Kayode Michael Oluwadare Gideon Oluwaseun Olayioye Oludare O. Osiboye | 408 |
| EVALUATION OF DIGITAL INNOVATION APPROACH & ITS CONTRIBUTION TO ECONOMIC GROWTH DURING COVID-19 PANDEMIC Promise Goodness Adeleye Aderemi Timothy Adeleye Solomon Tosin Okeshina Kayode Michael Oluwadare Gideon Oluwaseun Olayioye Oludare O. Osiboye | 409 |
| EFFECTS OF ALGINATE-GELATIN RATIO ON CELL VIABILITY IN BIO-POLYMERIC MICROSPHERES ImgeKUNTER Taqwa QASEM Mustafa GAZI | 410 |
| EFFECTS OF AFLATOXIN B1 ON EXPRESSION OF APOPTOSIS GENES DURING OOCYTE MATURATION Abdollah Mohammadi-Sangcheshmeh Atieh Hajarizadeh | 411 |
| RADIATION-FREE DIAGNOSTIC EXAMINATION IN DENTISTRY: A REVIEW Rodolfo Reda Alessio Zanza Maurilio D'Angelo Dario Di Nardo Gabriele Miccoli Luca Testarelli | 412 |
| ELISA AND CULTURAL TECHNIQUES FOR IDENTIFICATION FUNGAL SPECIES FROM BEAN (PHASEOLUS VULGARIS L.) Lina Farhad Hussein Ahmad Asia Abdulhamid Mohammed Saadullah | 414 |
| EFFECT OF MHD BLOOD FLOW WITH VELOCITY, THERMAL AND CONCENTRATION SLIP BOUNDARY LAYER Binyam Zigta | 415 |
| THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTHY LIFE EXPECTANCY AND CHILDHOOD OBESITY Bülent Halaçlar | 416 |
| IRISIN AND TYPE 2 DIABETES (T2DM) Reşit UĞRAN | 418 |
| IMPACT OF NANOPARTICLE SHAPE ON MAGNETOHYDRODYNAMIC STAGNATION POINT FLOW OF CARREAU NANOLIQUID: A COMPARATIVE STUDY G.P. Ashwinkumar N. Sandeep | 419 |
| IMPACT OF NONLINEAR RADIATION ON MAGNETOHYDRODYNAMIC FLOW OF HYBRID NANOFUID WITH HEAT SOURCE EFFECT G.P. Ashwinkumar N. Sandeep | 420 |
| SIMULTANEOUS SOLUTIONS FOR CONVECTIVE HEAT TRANSFER IN DUSTY-NANO AND DUSTY-HYBRID NANOLIQUIDS G.P. Ashwinkumar N. Sandeep | 421 |
| STUDY OF THE EMC BEHAVIOR OF A PFC STRUCTURE | 422 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Mohamed MİLOUDİ Houcine MİLOUDİ Abdelber BENDAOU Nassireddine BENHADDA Abdelkader RAMİ | |
| THE EFFECTS OF MALE FACTOR INTENSITY IN IVF TREATMENTS Hatice Esra CAN Özcan BUDAK | 423 |
| AN EVALUATION OF AMPHIREGULIN IN CHILDREN-WHO STUTTER AND ITS RELATIONSHIP TO SEVERITY Ilter Demirhan Erkan Oner Yuksel Cavusoglu | 425 |
| INVESTIGATION OF UNCHARACTERIZED PEPTIDE (UNIPROTKB - A0A355SB92) IN SARS COV-2 MAJOR PROTEASE STRUCTURE BY PROTEIN-PEPTIDE DOCKING METHOD: IN SILICO STUDY Ilter Demirhan Erkan Oner Ergul Belge Kurutas Serap YALIN | 431 |
| IMMOBILIZATION AND OPTIMIZATION PARAMETERS PRODUCTION OF LIPASE ISOLATE FROM SERRATIA SP. Nehal Fatima Zidane Azzedenia Metlef Sarra | 439 |
| THE THERAPEUTIC EFFECTS OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS ON THE GUT MICROBIOME IN PATIENTS WITH PSORIASIS Major Giurgiu Gheorghe Cojocaru Manole | 440 |
| ПРИЧИНА НАГРЕВА МИШЕНИ НЕЙТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НГ-150 И СПОСОБ ЕЕ ОХЛАЖДЕНИЯ Абдурасулов Отабек Ҳатам ўғли | 441 |
| THE ROLE OF LEADERSHIP, MOTIVATION, DISCIPLINE, AND NON PHYSICAL ENVIRONMENT IN EMPLOYEE PERFORMANCE Kusni INGSIH Divya Kania PUTRI Ana KADARNINGSIH | 443 |
| INNOVATIVE APPROACHES USED IN PREGNANCY, BIRTH AND POSTPARTUM PERIOD Çiğdem KARAKAYALI AY Esra KARATAŞ OKYAY | 448 |
| MEDIA AND WOMEN'S HEALTH Çiğdem KARAKAYALI AY Esra KARATAŞ OKYAY | 456 |
| PERSONALITY CHARACTERISTICS: AS PREDICTOR OF ACADEMIC PERFORMANCE IN UNIVERSITY STUDENTS Rohma Ashraf Ifzonia Babar Sana Fatima | 462 |
| AN ANALYTICAL STUDY FEATURING MAXWELL NANOFUID DUAL CONVECTIVE FLOW CONFIGURED BY A STRETCHABLE SURFACE IN FRAMES OF IMPROVED HEAT - MASS FLUXES Mr. Muhammad Nasir Nurnadiyah Zamri Muhammad Waqas | 463 |
| INVESTIGATING OF TRPC CHANNELS, THE CONTRIBUTION OF INTRACELLULAR CALCIUM CHANGING IN METABOLIC SYNDROME Ayşegül DURAK | 464 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| THE POTENTIALS OF SOME MEDICINAL AROMATIC PLANTS IN THE COVID-19 PANDEMIC: AN UPDATE Adnan AYHANCİ Mustafa CENGİZ Ahmet MUSMUL Namık BİLİCİ Suzan YAMAN Merve DEMİR İlknur Kulcanay ŞAHİN | 466 |
| DEVELOPMENT OF PLODIA INTERPUNCTELLA (HUBNER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) IN DIFFERENT TYPES OF WHEAT FLOUR Aylin Buse KAYMAKCI Hüseyin ÇETİN | 468 |
| CONTROL SYSTEM DESIGN TO CONTROLLING AFARMS IRRIGATION TO EXPLOIT SEWAGE WATER BY PROGRAMABLE LOGIC CONTROL Amhimmid .Q. Almabrouk | 470 |
| INVESTIGATION OF THE ANTIPROLIFERATIVE EFFECT OF OMIPALISIB ON C6 GLIOMA CELL LINE Ahmet Kemal FİLİZ | 471 |
| THIAMINE ALLEVIATES EPILEPTOGENESIS BY RELIEVING BRAIN INFLAMMATION IN PTZ-INDUCED KINDLING RAT MODEL Sebahattin KARABULUT | 473 |
| ANTI-CYTOTOXIC AND ANTI-GENOTOXIC EVALUATION OF VIBURNUM OPULUS AND EQUISETUM ARVENSE EXTRACT COMMERCIAL FORMULATIONS Nergis KAYA | 475 |
| COMPARISON OF THE CYTOSOLIC AND MITOCHONDRIA-TARGETED ANTIOXIDANTS IN A HEART FAILURE MODEL Yusuf OLĞAR | 477 |
| INACTIVE VITAMIN K-DEPENDENT MATRIX GLA PROTEINS and FEUTIN as POTENTIAL BIOMARKERS of INFLAMMATORY DAMAGE in MICROVASCULAR COMPLICATION of TYPE2 DIABETES Jasım Awad Abdounalnaylee Anwar Jasib Thaaban Almzaie Zuhal Alım | 479 |
| COMPARISON OF ARTIFICIAL RECURRENT NEURAL NETWORK FOR ELECTRICITY ENERGY CONSUMPTION FORCASTING Enes AVCİ Musa AYDIN | 481 |
| PRODUCTION OF A LOW-COST CATALYST FROM SPENT TEA WASTE FOR HYDROGEN GENERATION FROM METHANOLYSIS OF NaBH ₄ Duygu ELMA KARAKAŞ | 483 |
| INVESTIGATION OF THE EFFECT OF VACUUM DRYING CONDITIONS ON GRAPHENE OXIDE PRODUCTION Fatih SARGIN Funda AK AZEM Kürşat KANBUR Işıl BİRLİK Ahmet TÜRK | 485 |
| SOLID-LIQUID INTERFACIAL ENERGY AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF EXPERIMENTALLY OBTAINED SOLID SN PHASE IN SN-MG-BI TERNARY ALLOY SYSTEM Esra ÖZTÜRK | 487 |
| SECURITY ANALYSIS OF IMAGE ENCRYPTION ALGORITHMS Rıdvan KÜÇÜKBACAK Mahmut BAĞCI | 488 |
| HPLC QUANTIFICATION OF THE CHEMICAL CONSTITUENTS FROM INDIGENOUS FRUITS AND VEGETABLES OF INDIAN HIMALAYAN REGION | 489 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tanveer Alam Murtaza Gani Rukhsana Rahman Khalid ul Islam Rather | |
| ANTI-A ANTIBODIES AND COVID-19 Jyoti Ratan Ghosh | 490 |
| INDUCTION OF AGING AND APOPTOSIS BY SUCROSE IN PENICILLIUM AURANTIIOGRISEUM Assia Bouhoudan Fatima Chidi Mustapha Khaddor | 491 |
| MEDICINAL PLANTS OF AKDAG (AMASYA) WITH A NATURAL SPREAD Cengiz YILDIRIM Elif Tansu BAŞKOL | 492 |
| INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PRINTING DIRECTION ON MICROSTRUCTURE OF METAL PLATES MANUFACTURED BY ADDITIVE MANUFACTURING Tuba ÇINAR Abdulkadir CENGİZ | 494 |
| ECO-FRIENDLY BIODEGRADABLE PACKAGING MATERIAL PRODUCTION FROM LEMON SHELLS WITH MORINGA OLEIFERA EXTRACT Zeynep MOSCHİNİ Merve Hilal DEMİRKAN | 496 |
| EFFECTS OF PSOROPTIC MANGE ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN MERINO EWES Mehmet Ozuicli Baris Guner Ihsan Kisadere | 498 |
| MAGNETIZED SUSPENDED CARBON NANOTUBES BASED NANOFLUID FLOW WITH SUCTION AND INJECTION ABID HUSSANAN MUHAMMAD SALMAN KAUSAR ASIFA ILYAS | 499 |
| EFFECT OF WASTE TIRE AGGREGATE ON THE FRESH PROPERTIES OF GEOPOLYMER MORTAR Süleyman İpek Kasım Mermerdaş | 500 |
| A STUDY OF TRAVELLING AND OPTICAL SOLITONS FOR MULTIDIMENSIONAL LANDAU-LIFSHITZ-GILBERT SYSTEM Ahmad Sharif | 511 |
| CRUCIAL BUT LOST COMPONENT THAT PUBLIC HEALTH STILL REQUIRES FOR COVID-19 CRISIS MANAGEMENT Yasaman Parsia Shahryar Sorooshian | 518 |
| THE ROLE OF JOB SATISFACTION IN MEDIATION OF LEADERSHIP STYLE AND MOTIVATION ON NURSE PERFORMANCE Kusni INGSIH Ana KADARNINGSIH Novi Windi ASTUTI | 519 |
| APPLICATION OF LOTUS SEED PODS FOR METHYLENE BLUE REMOVAL Thi Kieu Ngan TRAN Van Thuan LE | 524 |
| RISK ASSESSMENT TO NITRATE OF KHANH HOA POPULATION DUE TO RAW VEGETABLE CONSUMPTION Thuan Anh Nguyen | 525 |



PREFACE

16th MAS, International European Conference on Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences was held with online and virtual sessions on the 22nd and 23rd of February 2022. It is our great pleasure to express gratitude to all those who attended this congress and made this event a great success with about 307 attendees.

135 papers, 66 of which were local, were presented at this conference and the conference was attended from 29 different countries (Turkey, Azerbaijan, Algeria, India, Nigeria, China, Iran, Italy, Iraq, Indonesia, Romania, Pakistan, Malaysia, Libya, Morocco, Ukraine, Albania, Botswana, Serbia, Sweden, Uzbekistan, South Africa, Vietnam, Japan, Hungary, Russia, Singapore, Canada, Japan).

We do express our sincere thanks to all of the conference scientific committee, session chairs, invited speakers, referees, technical team, authors who presented their works, and all our colleagues who have contributed.

Assist. Prof. Dr. Halil BAYRAM

Editor

Alina AMANZHLOVA

Editor

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME PROBLEMLERİ TEMELLİ İKİLİ DEĞERLİ BİPOLAR BULANIK ÖNCELİKLİ AĞIRLAŞTIRILMIŞ DOMBİ ÇARPIM OPERATÖRÜ

INTERVAL VALUED BIPOLAR FUZZY PRIORITIZED WEIGHTED DOMBI GEOMETRIC OPERATORS BASED ON MULTI-CRITERIA DECISION MAKING PROBLEMS

Dr. Öğr. Üyesi Şerif ÖZLÜ

Gaziantep University, Nizip Vocational High School, 27300
Gaziantep, Turkey
ORCID ID:0000-0003-4280-2258

ÖZET

Bu makalede Dombi operatörler ve İnterval değerli Bipolar Bulanık Kümeler birlikte kullanılarak yeni bir operatör geliştirilir. Aynı zamanda bu yapının toplama, skaler çarpım skaler kuvvet, çarpma gibi bazı özellikleri üretilir. Sunulan operatör interval değerli bipolar bulanık ağırlaştırılmış dombi geometric operatördür ve idempotentlik, monotonartanlık ve sınırlılık gibi bazı özellikleri teklif edilir. Daha sonra İnterval değerli Bipolar Bulanık Kümeler üzerindeki bir skor fonksiyonu belirtilir. Ayrıca sunulan operatör bir yatırım örneği üzerinde uygulanır. Aynı zamanda, farklı operatörler ile bir karşılaştırma analizi yapılır ama bizim operatörümüzün daha esnek ve değişken olması nedeniyle daha fazla avantaja sahip olduğu açıktır. Böylece, karar vericilerin tercih, ihtiyaç ve gereksinimleri kolayca karşılanabilir. Esnek yaklaşım kendi içindeki sıralamalar nedeniyle daima gereklidir.

Anahtar Kelimeler: İkili bulanık kümeler, Bipolar değerli ikili bulanık kümeler, Dombi operatörler, Karar verme

ABSTRACT

In this paper, we develop to a new operator by using together IVBFS and Dombi operators. Also, the some properties of this concept are introduced like addition, scalar multiplication, scalar power, multiplication. The presented operator is Interval Valued Bipolar Fuzzy Prioritized Weighted Dombi Geometric operator (IVBFPWDG) and various properties are offered like idempotency, monotonicity, boundedness. Then, we present to score function by using similar concept to score function over (IVBFSs) [5] for ranking of aggregated values. Moreover, offered operator is applied over an investment example. Also, a comparative analysis is given by using Interval Valued Bipolar fuzzy sets (IVBFSs) [5]. But our offered operator has more advantages than operators over IVBFS for example; our operator is flexible and changeable. Thus; prefer, need and requirement of decision makers can be met easily. The flexible approach is always essential because of ranking into its own.

Keywords: Interval fuzzy sets, Bipolar valued Interval fuzzy sets, Dombi operators, Decision making.

1. INTRODUCTION

Fuzzy set concept [1] was proposed in 1965 and was developed by novel authors until to this time under different disciplines like medical diagnosis, MCDM problems, algebraic constructions, artificial intelligence etc. but this cluster has not satisfied enough requirement due to some reasons like increasing of noise information, non-objective interpretations of decision makers, density data flowing so on. Therefore, new concepts were started to be discussed that can be ordered as follow; Type-2 fuzzy sets [2], Bipolar Valued fuzzy sets [3, 4], Interval Valued Bipolar fuzzy sets [5] etc.. One of the most important structures in all is interval fuzzy sets. The interval fuzzy concept was developed to eliminate the biggest obstacle of decision makers like giving only membership value. The decision makers easily have

overcame indeterminate information by utilizing two membership instead a membership value together with interval fuzzy concept. A interval fuzzy set is proposed by a fuzzy membership function as the membership degree of which is a fuzzy pairs in interval $[0,1]$, instead using a value in $[0,1]$.

Although above proposed works; fuzzy, complexity, vagueness information has not be removed because of density data channels, non-objective decisions of experts, increasing relationship of disciplines etc. Therefore, some new concepts have been revealed with dombi operators having flexible structure as different from other operators by being combined with the proposed set. This operator is Interval valued Bipolar Fuzzy Prioritized Weighted Dombi Geometric operator (IVBFPWDG). Moreover, a score function has been given based on IVBFSs [5] for obtained aggregated values. Then, we present an example to indicate flexible, objective, reality of proposed operators for $(k = 1,2, \dots, 10)$ values. In here, we present a table that Table 2. This table explains that we obtain to score values by utilizing IVBFPWDG and there is an agreement into their own. After then, we give comparative analysis by IVBFSs [5] and present to Table 4. The results show that our operators are reality, objective and soft in its own.

The remaining of paper is organized as follow; in section 2, some basic definitions are given dombi operators so on, in section 3, 4, Interval valued bipolar fuzzy sets (IVBFS) and basic dombi properties are given and also we offer Interval valued Bipolar Fuzzy Prioritized Weighted Dombi Geometric operator (IVBFPWDG) and Characteristic properties of a operator is presented, in section 5, we give decision making algorithm and an example in daily life and in section 6, we give comparative analysis.

2. PRELIMINARY

In this section, we recall some basic notions of fuzzy sets, dombi operators.

Definition 2.1 [1] *Let E be a universe. A fuzzy set X over E is a mapping defined as follows:*

$$X = \{(\mu_X(x)/x): x \in E\}$$

where $\mu_X: E \rightarrow [0,1]$.

Here, μ_X called membership function of X , and the value $\mu_X(x)$ is called the grade of membership of $x \in E$. The value represents the degree of x belonging to the fuzzy set X .

Definition 2.2 [2] *Let X be a non-empty set. Then, a interval fuzzy set (shortly IFS) in X is in terms of a function that when applied to X return a subset of $[0,1] \times [0,1]$. We express the IFS by*

$$\hat{A} = \{(x, \hat{h}_A(x)): x \in X\},$$

where $\hat{h}_A(x)$ consist of from pairs in $[0,1] \times [0,1]$, denoting the interval membership degree of the element $x \in X$ to the set \hat{A} , $\hat{h} = \hat{h}_A(x)$ is called a interval fuzzy element (IFE).

Definition 2.3 [6] *Dombi t -norm and t -conorm are defined, respectively where $k \geq 1$ and $x, y \in [0,1]$ as follow;*

- $D(x, y) = \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{1-x}{x} \right)^k + \left(\frac{1-y}{y} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}$
- $D^*(x, y) = 1 - \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{x}{1-x} \right)^k + \left(\frac{y}{1-y} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}$

3. INTERVAL VALUED BIPOLAR FUZZY SETS

The concept of IVBFSs were defined by Gao and coauthors [5] in 2019. In this section, the concept of IVBFSs is combined with Dombi operators.

Definition 3.1 [5] *Let X be a reference set. An Interval Valued Bipolar fuzzy set \hat{A} is defined as follows:*

$$\hat{A} = \{(x, \hat{h}_{\hat{A}_p}(x), \hat{h}_{\hat{A}_n}(x)): x \in X\},$$

where $\hat{h}_{\hat{A}_p}(x): X \mapsto [0,1] \times [0,1]$ and $\hat{h}_{\hat{A}_n}(x): X \mapsto [-1,0] \times [-1,0]$ are interval fuzzy sets. Moreover, $\hat{A} = \{(x, [\mu_{\hat{A}_p}(x), \nu_{\hat{A}_p}(x)], [\mu_{\hat{A}_n}(x), \nu_{\hat{A}_n}(x)]): x \in X\}$ is indicated. Also, $\hat{h}_{\hat{A}_p}(x)$ and $\hat{h}_{\hat{A}_n}(x)$ are set of values $[0,1] \times [0,1]$ and $[-1,0] \times [-1,0]$, respectively and $\hat{h} = (\hat{h}_{\hat{A}_p}(x), \hat{h}_{\hat{A}_n}(x))$ is called an Interval Valued Bipolar fuzzy element. In special cases, if $\hat{h}_{\hat{A}_p}(x) \neq \emptyset$ and $\hat{h}_{\hat{A}_n}(x) = \emptyset$, *IVBFS* is called as interval fuzzy sets and ideal element $\{[1,1], [0,0]\}$ and if non-ideal element, $\{[0,0], [-1, -1]\}$.

Definition 3.2 $A = \{(x, [\mu_{A_p}(x), \nu_{A_p}(x)], [\mu_{A_n}(x), \nu_{A_n}(x)]): x \in X\}$ and

$B = \{(x, [\mu_{B_p}(x), \nu_{B_p}(x)], [\mu_{B_n}(x), \nu_{B_n}(x)]): x \in X\}$ be two *IVBFSs* where $k > 0$. The basic Dombi operations of *IVBFEs* are proposed as follows:

$$A \oplus B = \left\{ \left[\frac{1 - \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{\check{\mu}_{A_p}}{1 - \check{\mu}_{A_p}} \right)^k + \left(\frac{\check{\mu}_{B_p}}{1 - \check{\mu}_{B_p}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}{1}, \frac{1 - \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{\check{\nu}_{A_p}}{1 - \check{\nu}_{A_p}} \right)^k + \left(\frac{\check{\nu}_{B_p}}{1 - \check{\nu}_{B_p}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}{1} \right], \left[\frac{-1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 + \check{\mu}_{A_n}}{|\check{\mu}_{A_n}|} \right)^k + \left(\frac{1 + \check{\mu}_{B_n}}{|\check{\mu}_{B_n}|} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}, \frac{-1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 + \check{\nu}_{A_n}}{|\check{\nu}_{A_n}|} \right)^k + \left(\frac{1 + \check{\nu}_{B_n}}{|\check{\nu}_{B_n}|} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \right] \right\}$$

$$A \otimes B = \left\{ \left[\frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 - \mu_{A_p}}{\mu_{A_p}} \right)^k + \left(\frac{1 - \mu_{B_p}}{\mu_{B_p}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 - \nu_{A_p}}{\nu_{A_p}} \right)^k + \left(\frac{1 - \nu_{B_p}}{\nu_{B_p}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}} \right], \left[\frac{-1 + \frac{1}{\left\{ \left(\frac{\mu_{A_n}}{1 + |\mu_{A_n}|} \right)^k + \left(\frac{\mu_{B_n}}{1 + |\mu_{B_n}|} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}{1}, \frac{-1 + \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{\nu_{A_n}}{1 + |\nu_{A_n}|} \right)^k + \left(\frac{\nu_{B_n}}{1 + |\nu_{B_n}|} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}{1}} \right] \right\}$$

$$A^\lambda = \left\{ \left[\frac{1}{1 + \left\{ \lambda \left(\frac{1 - \mu_{A_p}}{\mu_{A_p}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \lambda \left(\frac{1 - \nu_{A_p}}{\nu_{A_p}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}} \right], \left[\frac{-1 + \frac{1}{\left\{ \lambda \left(\frac{\mu_{A_n}}{1 + |\mu_{A_n}|} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}{1}, \frac{-1 + \frac{1}{1 + \left\{ \lambda \left(\frac{\nu_{A_n}}{1 + |\nu_{A_n}|} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}{1}} \right] \right\}$$

$$\lambda A = \left\{ \left[\frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 - \mu_{A_p}}{\mu_{A_p}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 - \nu_{A_p}}{\nu_{A_p}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}} \right], \left[\frac{-1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 + \mu_{A_n}}{|\mu_{A_n}|} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}}, \frac{-1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 + \nu_{A_n}}{|\nu_{A_n}|} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \right] \right\}$$

Definition 3.3 [5] Let determine a IVBFS that $A = \{(x, [\mu_{A_p}, \nu_{A_p}], [\mu_{A_n}, \nu_{A_n}])\}$, score function and accuracy function are proposed by using following function;

$$s(h) = \frac{1}{4}(1 + \mu_{A_p} + \mu_{A_n}) + \frac{1}{4}(1 + \nu_{A_p} + \nu_{A_n})$$

and

$$a(h) = \frac{1}{4}(\mu_{A_p} - \nu_{A_p}) + \frac{1}{4}(\mu_{A_n} - \nu_{A_n})$$

Definition 3.4 Let determine collection of IVBFe that $A_\ell = \{(x, \{\check{\mu}_{A_{p_\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{p_\ell}}(x)\}, \{\check{\mu}_{A_{n_\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{n_\ell}}(x)\}) : x \in X\}$;

IVBFPWDG: $\Phi^\varpi \rightarrow \Phi$ is a mapping called as Interval Valued Bipolar Fuzzy Prioritized Weighted Dombi Geometric operator for $k > 0$ and defined as below;

$$IVBFPWDG(A_1, A_2, \dots, A_\varpi) = \bigotimes_{\ell=1}^{\varpi} ((A_\ell)^{\frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}})$$

$$= \left\{ \left[\frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{A_{p_\ell}}}{\check{\mu}_{A_{p_\ell}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{A_{p_\ell}}}{\check{\nu}_{A_{p_\ell}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, \right. \right. \\ \left. \left. \left[-1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\mu}_{A_{n_\ell}}|}{1 + \check{\mu}_{A_{n_\ell}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\nu}_{A_{n_\ell}}|}{1 + \check{\nu}_{A_{n_\ell}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}} \right] \right\} \right\}$$

4 CHARACTERISTIC OF IVBFPWDG OPERATOR

Theorem 4.1 Let determine collection of IVBFe that $A_\ell = \{(x, (\check{\mu}_{A_{p_\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{p_\ell}}(x)), (\check{\mu}_{A_{n_\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{n_\ell}}(x))) : x \in X\}$

$$IVBFPWDG(A_1, A_2, \dots, A_\varpi) = \bigotimes_{\ell=1}^{\varpi} ((A_\ell)^{\frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}}) =$$

$$\left\{ \left[\frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{A_{p_\ell}}}{\check{\mu}_{A_{p_\ell}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{A_{p_\ell}}}{\check{\nu}_{A_{p_\ell}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, \right. \right. \\ \left. \left. \left[-1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\mu}_{A_{n_\ell}}|}{1 + \check{\mu}_{A_{n_\ell}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\nu}_{A_{n_\ell}}|}{1 + \check{\nu}_{A_{n_\ell}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}} \right] \right\} \right\}$$

where $T_\ell = \prod_{\ell=1}^{\varpi-1} s(A_\ell)$ and $(\ell = 2, 3, \dots, \varpi)$, $T_1 = 1$ and $s(A_\ell)$ indicates score values of A_ℓ .

Proof. Let use mathematical induction on ϖ and look for $\varpi = 2$;

$$A_1^{\frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}} = \left\{ \left[\frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{A_{p_1}}}{\check{\mu}_{A_{p_1}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{A_{p_1}}}{\check{\nu}_{A_{p_1}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, \right. \right. \\ \left. \left. \left[-1 + \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\mu}_{A_{n_1}}|}{1 + \check{\mu}_{A_{n_1}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}, -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\nu}_{A_{n_1}}|}{1 + \check{\nu}_{A_{n_1}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}} \right] \right\} \right\}$$

and

$$A_2^{\frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}} = \left[\begin{array}{c} \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{Ap_2}}{\check{\mu}_{Ap_2}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{Ap_2}}{\check{\nu}_{Ap_1}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \\ -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\mu}_{An_2}|}{1 + \check{\mu}_{An_2}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\nu}_{An_2}|}{1 + \check{\nu}_{An_2}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \end{array} \right]$$

and from here

$$A_1^{\frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}} \otimes A_2^{\frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}} = \left[\begin{array}{c} \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{Ap_1}}{\check{\mu}_{Ap_1}} \right)^k + \frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{Ap_2}}{\check{\mu}_{Ap_2}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \\ \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{Ap_1}}{\check{\nu}_{Ap_1}} \right)^k + \frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{Ap_2}}{\check{\nu}_{Ap_2}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \\ -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\mu}_{An_1}|}{1 + \check{\mu}_{An_1}} \right)^k + \frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\mu}_{An_2}|}{1 + \check{\mu}_{An_2}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \\ -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\nu}_{An_1}|}{1 + \check{\nu}_{An_1}} \right)^k + \frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\nu}_{An_2}|}{1 + \check{\nu}_{An_2}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \end{array} \right]$$

$$A_1^{\frac{T_1}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}} \otimes A_2^{\frac{T_2}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}} = \left[\begin{array}{c} \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{Ap_\ell}}{\check{\mu}_{Ap_\ell}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{Ap_\ell}}{\check{\nu}_{Ap_\ell}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \\ -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\mu}_{An_\ell}|}{1 + \check{\mu}_{An_\ell}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\varpi} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\nu}_{An_\ell}|}{1 + \check{\nu}_{An_\ell}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \end{array} \right]$$

from here for $\varpi = \zeta$, IVBFPWDG holds as follow;

$$IVBFPWDG(A_1, A_2, \dots, A_\zeta) = \otimes_{\ell=1}^{\zeta} ((A_\ell)^{\frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell}}) = \left[\begin{array}{c} \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{Ap_\ell}}{\check{\mu}_{Ap_\ell}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{Ap_\ell}}{\check{\nu}_{Ap_\ell}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \\ -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\mu}_{An_\ell}|}{1 + \check{\mu}_{An_\ell}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta} \frac{T_\ell}{\sum_{\ell=1}^{\varpi} T_\ell} \left(\frac{|\check{\nu}_{An_\ell}|}{1 + \check{\nu}_{An_\ell}} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \end{array} \right]$$

and for $\varpi = \zeta + 1$;

$$\otimes_{\ell=1}^{\zeta+1} ((A_{\ell})_{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}}) = \otimes_{\ell=1}^{\zeta} ((A_{\ell})_{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}}) \otimes (A_{\zeta+1})_{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} = \left\{ \begin{array}{l} \left[\frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta} \frac{T_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{A_{p\ell}}}{\check{\mu}_{A_{p\ell}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta} \frac{T_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{A_{p\ell}}}{\check{\nu}_{A_{p\ell}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ \left[-1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta} \frac{T_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{|\check{\mu}_{A_{n\ell}}|}{1 + \check{\mu}_{A_{n\ell}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta} \frac{T_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{|\check{\nu}_{A_{n\ell}}|}{1 + \check{\nu}_{A_{n\ell}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}} \end{array} \right\} \otimes \left\{ \begin{array}{l} \left[\frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_{\zeta+1}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{A_{p\zeta+1}}}{\check{\mu}_{A_{p\zeta+1}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_{\zeta+1}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{A_{p\zeta+1}}}{\check{\nu}_{A_{p\zeta+1}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ \left[-1 + \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_{\zeta+1}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{|\check{\mu}_{A_{n\zeta+1}}|}{1 + \check{\mu}_{A_{n\zeta+1}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \frac{T_{\zeta+1}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{|\check{\nu}_{A_{n\zeta+1}}|}{1 + \check{\nu}_{A_{n\zeta+1}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}} \end{array} \right\}$$

Thus

$$\otimes_{\ell=1}^{\zeta+1} ((A_{\ell})_{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}}) = \left\{ \begin{array}{l} \left[\frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta+1} \frac{T_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{1 - \check{\mu}_{A_{p\ell}}}{\check{\mu}_{A_{p\ell}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta+1} \frac{T_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{1 - \check{\nu}_{A_{p\ell}}}{\check{\nu}_{A_{p\ell}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ \left[-1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta+1} \frac{T_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{|\check{\mu}_{A_{n\ell}}|}{1 + \check{\mu}_{A_{n\ell}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}}, \\ -1 + \frac{1}{1 + \left\{ \sum_{\ell=1}^{\zeta+1} \frac{T_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^{\omega} T_{\ell}} \left(\frac{|\check{\nu}_{A_{n\ell}}|}{1 + \check{\nu}_{A_{n\ell}}} \right)^{k \frac{1}{k}} \right\}} \right]^{\frac{1}{k}} \end{array} \right\}$$

it holds for $\ell = \zeta + 1$ so provides for all ℓ .

Theorem 4.2 (idempotency) Let determine collection of IVBFs that

$A_{\ell} = \{(x, \{[\check{\mu}_{A_{p\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{p\ell}}(x)]\}, \{[\check{\mu}_{A_{n\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{n\ell}}(x)]\}) : x \in X\}$. Let be $A_{\ell} = A$ for $(\ell = 1, 2, \dots, \omega)$. Thus, $IVBFPWDG(A_1, A_2, \dots, A_{\ell}) = A$ where $T_{\ell} = \prod_{\ell=1}^{\omega-1} s(A_{\ell})$ and $(\ell = 2, 3, \dots, \omega)$, $T_1 = 1$ and $s(A_{\ell})$ indicates score values of A_{ℓ} .

Theorem 4.3 (boundedness) Let determine collection of IVBFs that

$A_{\ell} = \{(x, \{[\check{\mu}_{A_{p\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{p\ell}}(x)]\}, \{[\check{\mu}_{A_{n\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{n\ell}}(x)]\}) : x \in X\}$, A_{ℓ}^+ and A_{ℓ}^- are maximum and minimum elements for $\ell = 1, 2, \dots, \omega$. Thus, $A^- \leq IBBFPWDG(A_1, A_2, \dots, A_{\omega}) \leq A^+$ where $T_{\ell} = \prod_{\ell=1}^{\omega-1} s(A_{\ell})$ and $(\ell = 2, 3, \dots, \omega)$, $T_1 = 1$ and $s(A_{\ell})$ indicates score values of A_{ℓ} .

Theorem 4.4 (monotonicity) Let define two IVBFs that

$A_{\ell} = \{(x, \{[\check{\mu}_{A_{p\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{p\ell}}(x)]\}, \{[\check{\mu}_{A_{n\ell}}(x), \check{\nu}_{A_{n\ell}}(x)]\}) : x \in X\}$ and

$A_{\ell}^* = \{(x, \{[\check{\mu}_{A_{p\ell}^*}(x), \check{\nu}_{A_{p\ell}^*}(x)]\}, \{[\check{\mu}_{A_{n\ell}^*}(x), \check{\nu}_{A_{n\ell}^*}(x)]\}) : x \in X\}$ ($\ell = 1, 2, \dots, \omega$),

$IVBFPWDG(A_1, A_2, \dots, A_{\omega}) \leq IVBFPWDG(A_1^*, A_2^*, \dots, A_{\omega}^*)$ where $T_{\ell} = \prod_{\ell=1}^{\omega-1} s(A_{\ell})$ and $(\ell = 2, 3, \dots, \omega)$, $T_1 = 1$ and $s(A_{\ell})$ indicates score values of A_{ℓ} .

5 AN APPLICATION OF MULTI-ATTRIBUTE DECISION-MAKING METHOD UNDER IVBFS

In this section, we define the proposed IVBFPWDG into an algorithm and apply over a MCDM problem with m alternatives and t criteria to indicate effective of Dombi Aggregation operators over IVBFS. Let $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ be a set of alternatives, in here there is prioritization relationship between alternatives and is defined as a linear ordering that $A_1 \succ A_2 \succ \dots \succ A_m$ show that A_j has a higher priority than A_i , if $j < i$, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ be a set of criteria and interval valued bipolar fuzzy decision matrix is $B = (\hat{b}_{ij})_{m \times t} = ([\mu_{\hat{b}_{p_{ij}}}, \nu_{\hat{b}_{p_{ij}}}], [\mu_{\hat{b}_{n_{ij}}}, \nu_{\hat{b}_{n_{ij}}}])_{m \times t}$ for $i = 1, 2, \dots, m$ and $j = 1, 2, \dots, t$. Moreover, $[\mu_{\hat{b}_{p_{ij}}}, \nu_{\hat{b}_{p_{ij}}}]$ and $[\mu_{\hat{b}_{n_{ij}}}, \nu_{\hat{b}_{n_{ij}}}]$ indicate to positive interval membership value and negative interval membership value to be appointed by decision makers, respectively. Then, the following steps have been proposed for algorithm.

1. Determine values of T_{ij} where

$$T_{ij} = \prod_{\psi=1}^{j-1} s(\hat{b}_{i\psi}) \quad (1)$$

$$T_{i1} = 1 \quad (2)$$

for $i = 1, 2, \dots, m$ and $j = 1, 2, \dots, t$.

2. Apply to Aggregation operators IVBFPWDG Apply to Aggregation operators IVBFPWDG

$$\hat{b}_i = IVBFPWDG(\hat{b}_{i1}, \hat{b}_{i2}, \dots, \hat{b}_{it}) = \otimes_{j=1}^t ((\hat{b}_{ij})^{\frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^t T_{ij}}}) = \frac{T_{i1}}{\sum_{j=1}^t T_{ij}} \hat{b}_{i1} \otimes \frac{T_{i2}}{\sum_{j=1}^t T_{ij}} \hat{b}_{i2} \otimes \dots \otimes \frac{T_{it}}{\sum_{j=1}^t T_{ij}} \hat{b}_{it} =$$

$$\left[\begin{array}{c} \left[\frac{1 - \frac{1}{\left(1 + \left\{ \sum_{j=1}^t \frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^t T_{ij}} \left(\frac{1 - \mu_{\hat{b}_{p_{ij}}}}{\mu_{\hat{b}_{p_{ij}}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}{1 - \frac{1}{\left(1 + \left\{ \sum_{j=1}^t \frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^t T_{ij}} \left(\frac{1 - \nu_{\hat{b}_{p_{ij}}}}{\nu_{\hat{b}_{p_{ij}}}} \right)^k \right)^{\frac{1}{k}}}} \right]^{\frac{1}{k}}}{-1} \right]^{\frac{1}{k}} \\ \left[\frac{1 + \left\{ \sum_{j=1}^t \frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^t T_{ij}} \left(\frac{|\mu_{\hat{b}_{n_{ij}}}|}{1 + \mu_{\hat{b}_{n_{ij}}}} \right)^k \right\}}{-1} \right]^{\frac{1}{k}} \\ \left[\frac{-1}{1 + \left\{ \sum_{j=1}^t \frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^t T_{ij}} \left(\frac{|\nu_{\hat{b}_{p_{ij}}}|}{1 + \nu_{\hat{b}_{p_{ij}}}} \right)^k \right\}} \right]^{\frac{1}{k}} \end{array} \right] \text{ for } i = 1, 2, \dots, m;$$

3. Calculate score values according to score function $s(\hat{b}_i)$ to order rank of alternatives for $i = 1, 2, \dots, m$;
4. Obtain rank of alternatives and select the most desirable value;
5. End.

NUMERICAL EXAMPLE

A company thinks to invest over different business sectors so has made some studies together with the experts of subject and thus decision makers have developed five different alternatives based on five criteria as follow; A_1 ; A computer production company, A_2 ; A communication company, A_3 ; A food company, A_4 ; A car company, A_5 ; An airport company; if criteria, C_1 ; environment impact, C_2 ; the

proximity to raw material, C_3 ; cost, C_4 ; economic fluctuations, C_5 ; experience. Decision makers construct to decision making matrix in Table 1. as follow;

Table 1.

| | C_1 | C_2 | C_3 |
|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| A_1 | $\{(0.10,0.30), (-0.40, -0.10)\}$ | $\{(0.50,0.90), (-0.20, -0.10)\}$ | $\{(0.40,0.58), (-0.30, -0.20)\}$ |
| A_2 | $\{(0.50,0.80), (-0.80, -0.60)\}$ | $\{(0.30,0.50), (-0.60, -0.30)\}$ | $\{(0.10,0.20), (-0.80, -0.70)\}$ |
| A_3 | $\{(0.40,0.54), (-0.80, -0.10)\}$ | $\{(0.10,0.58), (-0.10, -0.01)\}$ | $\{(0.20,0.30), (-0.50, -0.30)\}$ |
| A_4 | $\{(0.20,0.21), (-0.50, -0.10)\}$ | $\{(0.30,0.40), (-0.30, -0.20)\}$ | $\{(0.30,0.40), (-0.60, -0.50)\}$ |
| A_5 | $\{(0.30,0.40), (-0.30, -0.20)\}$ | $\{(0.40,0.50), (-0.10, -0.01)\}$ | $\{(0.20,0.50), (-0.90, -0.40)\}$ |
| | | | |
| | C_4 | C_5 | |
| | $\{(0.30,0.80), (-0.80, -0.70)\}$ | $\{(0.40,0.90), (-0.60, -0.50)\}$ | |
| | $\{(0.20,0.90), (-0.54, -0.30)\}$ | $\{(0.50,0.70), (-0.80, -0.50)\}$ | |
| | $\{(0.50,0.70), (-0.91, -0.90)\}$ | $\{(0.20,0.50), (-0.70, -0.10)\}$ | |
| | $\{(0.20,0.30), (-0.90, -0.80)\}$ | $\{(0.40,0.90), (-0.90, -0.50)\}$ | |
| | $\{(0.10,0.20), (-0.60, -0.50)\}$ | $\{(0.70,0.80), (-0.98, -0.50)\}$ | |

Consist of T_{ij} by using to Eqs 1 and 2 as follow;

$$T_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 0.4750 & 0.3681 & 0.2282 & 0.0912 \\ 1 & 0.4750 & 0.2256 & 0.0451 & 0.0254 \\ 1 & 0.3350 & 0.3276 & 0.1392 & 0.0483 \\ 1 & 0.4525 & 0.2488 & 0.0995 & 0.0199 \\ 1 & 0.5750 & 0.3836 & 0.1342 & 0.0402 \end{pmatrix}$$

Obtain Bipolar valued interval fuzzy elements by utilizing $IVBFPWDG$ operator \hat{b}_i for $i = 1,2,3,4,5$ and $k = 1$ as follow;

$$\hat{b}_1 = IVBFPWDG(\hat{b}_{11}, \hat{b}_{12}, \hat{b}_{13}) = \{(0.1569,0.4229), (-0.4402, -0.2355)\}$$

$$\hat{b}_2 = IVBFPWDG(\hat{b}_{21}, \hat{b}_{22}, \hat{b}_{23}) = \{(0.3246,0.5697), (-0.7629, -0.5508)\}$$

$$\hat{b}_3 = IVBFPWDG(\hat{b}_{31}, \hat{b}_{32}, \hat{b}_{33}) = \{(0.2296,0.5182), (-0.7570, -0.3112)\}$$

$$\hat{b}_4 = IVBFPWDG(\hat{b}_{41}, \hat{b}_{42}, \hat{b}_{43}) = \{(0.2295,0.2615), (-0.5738, -0.2934)\}$$

$$\hat{b}_5 = IVBFPWDG(\hat{b}_{51}, \hat{b}_{52}, \hat{b}_{53}) = \{(0.2741,0.4193), (-0.7372, -0.2311)\}.$$

In here, we only give for $k = 1$ and other cases can made as similarity;

Score values are given for the all cases over $IVBFPWDG$ as follow;

for IVBFPWDG,

Table 2: Ranking alternatives of Score Function Values under IVBFPWDG

| | $s_{\hat{b}_1}$ | $s_{\hat{b}_2}$ | $s_{\hat{b}_3}$ | $s_{\hat{b}_4}$ | $s_{\hat{b}_5}$ | Ranking Alternatives |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| $k = 1$ | 0.4760 | 0.3951 | 0.4198 | 0.4059 | 0.4312 | $A_5 > A_4 > A_1 > A_3 > A_2$ |
| $k = 2$ | 0.3905 | 0.3362 | 0.3115 | 0.3249 | 0.3622 | $A_4 > A_5 > A_1 > A_3 > A_2$ |
| $k = 3$ | 0.3377 | 0.2982 | 0.2638 | 0.2744 | 0.3256 | $A_5 > A_4 > A_1 > A_3 > A_2$ |
| $k = 4$ | 0.3083 | 0.2760 | 0.2368 | 0.2477 | 0.3003 | $A_5 > A_4 > A_1 > A_3 > A_2$ |
| $k = 5$ | 0.2905 | 0.2620 | 0.2187 | 0.2321 | 0.2825 | $A_5 > A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ |
| $k = 6$ | 0.2789 | 0.2526 | 0.2061 | 0.2220 | 0.2697 | $A_5 > A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ |
| $k = 7$ | 0.2707 | 0.2456 | 0.1971 | 0.2150 | 0.2604 | $A_5 > A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ |
| $k = 8$ | 0.2646 | 0.2402 | 0.1903 | 0.2099 | 0.2533 | $A_5 > A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ |
| $k = 9$ | 0.2600 | 0.2358 | 0.1851 | 0.2577 | 0.2478 | $A_4 > A_5 > A_1 > A_3 > A_2$ |
| $k = 10$ | 0.2563 | 0.2323 | 0.1810 | 0.2029 | 0.2434 | $A_5 > A_1 > A_4 > A_3 > A_2$ |

If the Table 2 is surveyed, it is open for IVBFPWDG, best alternative is to be seen as A_5 out $k = 2,9$ and if the worst alternative; A_2 for all values of k under IVBFPWDG. This statement indicates that our proposed cluster and method are agreement, reality, objective and flexible in its own.

6 COMPARATIVE ANALYSIS

In this section, we give a comparative analysis, although the presented operators IVBFPWDG is new so we compare with different concepts. To do this, firstly we utilize some aggregation operators over IVBFSs. Moreover, it should be noted that our proposed operator is to work as agreement with these aggregation operators but have more advantages that having generalized concept like dombi operators. In here, we calculate for $k = 1,2,3,4,5$ to dombi operators. The results are following;

Table 3: Ranking alternatives of Score Function Values under IVBFPWDG

| | $s_{\hat{b}_1}$ | $s_{\hat{b}_2}$ | $s_{\hat{b}_3}$ | $s_{\hat{b}_4}$ | $s_{\hat{b}_5}$ | Ranking Alternatives |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|
| $k = 1$ | 0.4913 | 0.3646 | 0.3814 | 0.4678 | 0.3255 | $A_1 > A_4 > A_3 > A_2 > A_5$ |
| $k = 2$ | 0.4528 | 0.3100 | 0.3459 | 0.3948 | 0.2981 | $A_1 > A_4 > A_3 > A_2 > A_5$ |
| $k = 3$ | 0.4233 | 0.2844 | 0.3281 | 0.3554 | 0.2836 | $A_1 > A_4 > A_3 > A_2 > A_5$ |
| $k = 4$ | 0.4036 | 0.2705 | 0.3169 | 0.3335 | 0.2754 | $A_1 > A_4 > A_3 > A_5 > A_2$ |
| $k = 5$ | 0.3896 | 0.2620 | 0.3094 | 0.3206 | 0.2703 | $A_1 > A_4 > A_3 > A_5 > A_2$ |
| IVBFHWA [5] | 0.679 | 0.571 | 0.578 | 0.573 | 0.615 | $A_1 > A_5 > A_3 > A_4 > A_2$ |
| IVBFHWG [5] | 0.575 | 0.480 | 0.516 | 0.497 | 0.557 | $A_1 > A_5 > A_3 > A_4 > A_2$ |

7 CONCLUSION

In this paper, we present to IVBFPWDG. The contributions of paper can be ordered in literature as follow;

1. Interval Valued Bipolar Fuzzy Prioritized Weighted Dombi Geometric operator (IVBFPWDA) has been offered;
2. The score function has been proposed;
3. The decision making algorithm and a problem have been discussed for a operator and the results of presented operator have been compared in their own;
4. A comparative analysis has been made with operators over IVBFS;

Besides, this manuscript can be utilized to construct several basic constructions. For example; Hamacher aggregation operators, Aggregation Operators, Power aggregation operator so on and also some the basic measures like Hamming, Housdorff, Euclidean, correlation coefficient, similarity measures.

REFERENCES

- [1] Zadeh, L.A. "Fuzzy sets", Information Control 8:338-353 (1965).
- [2] Zadeh, L.A. "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning.1". Inf. Sci. 8:199-249 (1975).
- [3] Zhang, W.R "Bipolar fuzzy sets". Proc Fuzzy IEEE 1:835-840 (1998).
- [4] Zhang, W.R. "Bipolar fuzzy sets and relations: a computational framework for cognitive modeling and multi agent decision analysis." In: Proceedings of IEEE Conference 305-309 (1994).
- [5] Wei, G.W., Wei, C., Gao, H. "Multiple attribute decision making with interval-valued bipolar fuzzy information and their application to emerging technology commercialization evaluation". IEEE Access, 6:60930-60955 (2018).
- [6] Dombi, J. "A general class of fuzzy operators, the De Morgan class of fuzzy operators and fuzziness measures induced by fuzzy operators". Fuzzy Sets Syst 8(2):149-163 (1982).

SOLIDWORKS'DE ST-37 (S235JR) , ST-52 (S355JR) VE HARDOX SACLARDA YÜK DAYANIM ANALİZİ

LOAD STRENGTH ANALYSIS IN SOLIDWORKS FOR ST-37 (S235JR), ST-52 (S355JR), AND HARDOX SHEET

Mehmet ÇAKMAKKAYA

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-1398-047X

Berat TOSUNCU

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

ÖZET

Günümüzde birçok üretim alanında levha haline getirilmiş aynı zamanda sac olarak da adlandırılan standartlara uygun malzemeler kullanılmaktadır. Bu metal malzemeler plaka halinde birçok formda işlenir ve kullanıcılara nihai ürün olarak sunulur. Bununla birlikte bu ürünlerin sac levhaya dönüştürülmeden önce mikro alaşımlar ve sac levha üretim süreçlerindeki işlemler sonucunda kullanım alanlarına özgün çok sayıda ürün bulunmaktadır. Kullanım alanlarında seçim yapılırken malzeme kalınlıkları, uzunlukları ve bunlarla beraber malzemelerin metalürjik özellikleri değerlendirilerek seçim yapılmalıdır. Bu çalışmada farklı alaşımlarda olan sacların yüke karşı dayanımları solidworks'de yük dayanım analizi yapılarak karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda büküm gerekmeyen ya da dar açılı olmayan saclarda, Hardox sacı St-37 ve St-52 den daha kullanışlı güvenilir ve tercih edilen bir ürün olduğu belirlenmiştir. Dar açı yapılarak kullanılan saclarda St-52 sacının tercih edilebileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: St-37,St52, Hardox sacı, Solidworks

ABSTRACT

Today, in many production areas, materials conforming to standards, which are made into sheets and also called sheet metal, are used. These metal materials are processed into plates in many forms and presented to users as a final product. However, as a result of the processes in micro alloys and sheet metal production processes before these products are converted into sheet metal, there are many products specific to their areas of use. While choosing the usage areas, the selection should be made by evaluating the material thicknesses, lengths and metallurgical properties of the materials. In this study, the load resistance of sheets in different alloys was compared by performing load strength analysis in solidworks. As a result of the analysis, it has been determined that Hardox sheet is a more useful, reliable and preferred product than St-37 and St-52 in sheets that do not require bending or narrow angles. It is foreseen that St-52 sheet may be preferred in sheets used with narrow angles.

Keywords: St-37,St52, Hardox sheet, Solidworks

GİRİŞ

Günümüz üretim teknolojilerinde kullanılan artan tüketim talebine bağlı ihtiyaçların karşılanması bununla birlikte endüstriyel ortamdaki rekabetin oluşması ile birlikte üretimde maksimum verim ve kapasiteyle ürün

imalatı zorunlu hale gelmiştir. Üretimdeki ürünün adedinin yanı sıra, maliyetin düşürülmesi – kalitenin artırılması ile ürünün albenisini artırarak tüketiciye ürün sunmak, üretim yapan işletmeler için çok büyük bir önem kazanmıştır. Sosyal hayatta günlük ihtiyaçların karşılanmasında hayatımızda karşılaştığımız ürün çeşitliliği içerisindeki şekillendirilmiş levha malzemeler oldukça büyük bir yer kaplamaktadır. Bütün taşıtlarda (kara, hava, deniz ve uzay), beyaz eşya üretiminde, iklim şartlarına uygun teşhir kabinlerinde, mutfak gereçlerinde, savunma sanayinde, inşaat sektöründe ve enerji üretim ve tüketiciye kadar iletilmesinde, elektronik gereçlerin üretiminde, sağlık alanında medikal ürünlerde, imalat sektöründe kullanılan makinelerde ve bunlara benzer daha birçok uygulama alanlarında levha kullanımı karşımıza çıkmaktadır. Örnek olarak günlük sosyal hayatımızda market içerisinde, soğutulmuş veya donmuş ürünlerin sunulduğu kabinlerde şekillendirilmiş levha kullanılmaktadır. Bu ve benzer alanlardaki levhalara istenilen formun verilmesi işlemlerinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri bükme işlemidir. Bu işlem en basit anlamda, önceden istenilen belirlenmiş bir forma sahip sabitlenmiş dışı kalıp üzerine yerleştirilen levhanın kalıbın şeklini alması veya hareketli erkek kalıp tarafından uygulanan kuvvetin etkisi ile oluşan plastik deformasyon ile birlikte levhaya belirli bir açıda şekil verme işlemidir. Tekiner'in çalışmasında, 0,5 – 0,75 – 1 mm kalınlıklara sahip 6 farklı malzemenin 15°, 30°, 45°, 60°, 75° ve 90°'lik kalıplarda V bükümünü gerçekleştirmiştir. 4 farklı metot kullanarak yaptığı çalışma sonucunda bükme işlemi sonrası numunelerin geri yaylanma miktarlarını grafiksel ve fonksiyonel olarak ortaya koymuştur [1]. Benzer başka bir çalışmada 0,5 mm kalınlığa sahip aynı malzeme cinsindeki levhaların, geri yaylanma miktarının, malzeme ve kalıp parametrelerine bağlı olarak değiştiği ortaya koyulmuştur. Ayrıca, zımbanın bükme sonucu levha üzerinde bekletilmesinin geri yaylanma miktarını azalttığını bildirmişlerdir [2]. Gautam ve arkadaşları, soğuk haddelenmiş yassı çelikler üzerinde yaptıkları sonlu elemanlar yöntemi (SEY) analizlerinde, 2 mm'den 4 mm'ye kadar olan levha kalınlıklarında geri yaylanma hareketini incelemişlerdir. Levha kalınlığı 3 mm'ye doğru geri yaylanmanın oransal olarak azaldığını, 3,2 mm'de ise oldukça fazla oranda düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir [3]. Fei ve Hodgson çalışmalarında, 3 farklı kalıpta TRIP (transformation induced plasticity) çelik levhanın, V kalıp içerisinde atmosfer şartlarında bükme işlemi ile deneysel çalışmalar ve sonlu SEY kullanarak nümerik sonuçları karşılaştırmışlardır. Geri yaylanmanın levha kalınlığı ile ilgili olduğunu grafiksel olarak ortaya koymuşlardır [4]. Panthi ve arkadaşları, SEY uygulamışlar ve geri yaylanmanın artan elastikiyet modülü (Young's modulus) ile azaldığını, ayrıca, sürtünmenin geri yaylanma üzerine etkisinin ihmal edilebileceğini belirtmişlerdir [5]. Slota ve Jurcisin, yüksek mukavemetli çelik (AHSS), ultra yüksek mukavemetli çelik (UHSS) ve yumuşak çelik levhalar üzerinde yaptıkları çalışmalarda, geri yaylanma miktarını malzeme mukavemetine göre değiştiğini belirtmiştir. Deneysel sonuçlar, SEY ile desteklenmiş, ayrıca, değişik malzeme modelleri kullanılarak 3 deneysel verilere yakın sonuçları elde etmişlerdir [6]. Dong-juan ve arkadaşları, V bükme sonrasında oluşan incelleme miktarının göz ardı edilebileceğini belirtmişlerdir [7]. Levhaları V bükme ve U bükme işlemine tabii tutmuşlar ve SEY yöntemi ile sonuçları karşılaştırmışlardır. Anizotropinin, yani hadde yönünün, V ve U bükme işlemlerinde çok ufak bir etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır [8]. SEY simülasyonu ve yapay sinir ağları yöntemiyle elde ettikleri geri yaylanma miktarlarını deneysel sonuçlarla karşılaştırarak, büküm bölgesinde bulunan deliklerin geri yaylanma miktarını azalttığını, özellikle, kare deliklerin diğer delik şekillerine göre (dikdörtgen ve yuvarlak) daha az geri yaylanma gösterdiğini belirtmişlerdir [9].

YÖNTEM

DeneySEL analiz

Bu Araştırma İzmir'de Araç Üstü Ekipman ve Treyler üretimi yapan bir fabrikada kullanılan sac levhalarda yerine ve amacına göre farklı şekilde seçim yapılarak kullanılır. St-52 , St-37 ve Hardox sac levhaları lazer ya da plazma kesim makinelerinde kesilerek üretim hattında montaj için gerekli kesim ve büküm işlemlerinden sonra kaynak yapılarak kullanılır. Kum ve benzeri ürünler taşıyacak olan ekipman için St-52 ve St-37 saclar kullanılır. Buna nispeten daha ağır işlerde kullanılan ekipmanlar için (kaya taşımak , hurda taşımak) yüke , darbeye ve en önemlisi aşınmaya karşı daha fazla direnç göstererek St-52 ve St-37 ' le kıyasla yırtılmak yerine daha çok esneyerek şekil alması , sürtünmeye bağlı olarak aşınmaya karşı direnci yüksek olduğundan

HARDOX sac önem kazanır.

St-37 (S235JR) Sacı ve Özellikleri

Değişime uğramış çelikler daha çok çekme ve kopma dayanımlarına göre isimlendirilir. Karbon değerleri düşürülüp Mangan değerleri artırıldığından dolayı malzemenin direnci artmış olur. Bu sayede kullanımı daha yaygın hale gelir.

ST-37 ürününün minimum çekim kuvveti 370 N / mm² 'dir.

| C | Mn | P | S | N- | Cu | CEV |
|----------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Max. 0,2 | Max. 1.4 | Max. 0,04 | Max. 0,04 | Max. 0,012 | Max. 0.55 | Max. 0,38 |

Tablo -1 : St- 37 Çeliğin Kimyasal Özellikleri

| | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sınıf | St 37 (S235JR) |
| Numara | 1,0037 |
| Sınıflandırma | Alaşsız kalite yapısal çelik. EN 10250-2'ye göre: 2000 çelik S235JRG2 ayrıca 1.0038 olarak adlandırılmıştır. |
| Standart | EN 10025-2: 2004 Sıcak haddelenmiş yapı çelikleri ürünleri. Alaşsız yapı çeliklerinin teknik teslim şartları |

Tablo - 2: St- 37 Çeliğin Özellikleri

St-52 (S355JR) Sacı ve Özellikleri

Alaşsız yapı çeliklerinden olan St-52 (S355JR) St-37 'e göre daha çok tercih edilmesinin belli başlı ama bir o kadar da önemli özellikleri vardır. Akma dayanımı St-37 de 235 mPa iken St 52-de bu değer 355 mPa' dır.

Öte yandan St-37 ile sertlikleri aynı olmasına rağmen St-52'nin esnemeye karşı olan direnci daha azdır. Ancak mukavemet olarak ele alırsak St-52 (S355JR) bu konuda St-37'den daha iyidir. Esnemeye karşı direnci çok olmamasından ötürü sac levhalarda kırılma olayı çok görülür.

| | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Sınıf | St 52 (S355JR) |
| Numara | 10.570 |
| Sınıflandırma | Alaşsız kalite yapısal çelik |
| Standart | EN 10025-2: 2004 Sıcak haddelenmiş yapı çelikleri ürünleri. Alaşsız yapı |

çeliklerinin teknik teslim şartları

Tablo - 3 : St- 52 Çeliğin Özellikleri

| C | Si | Mn | P | S | N | Cu | CEV |
|-----------|-----------|----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Max. 0.22 | Max. 0.55 | Max. 1.6 | Max. 0.035 | Max. 0.035 | Max. 0.012 | Max. 0.55 | Max. 0.47 |

Tablo -4 : St- 52 Çeliğin Kimyasal Özellikleri

Hardox Sac ve Özellikleri

70'li Yıllarda SSAB Şirketi tarafından bulunan ve piyasaya girdiğinden beri işlevi nedeni ile rakibi olan diğer ürünlerden daha üstün özelliklerde olması ile birkaç adım öne çıkmıştır.

Rakiplerine göre daha dayanıklı olması en belirgin özelliklerinden biridir. Kullanıldığı sektörlerde aşınmaya karşı en çok dayanıklı olan Hardox mükemmel yapısal özellikleri ile kendini sektörde gösteriyor. Hardox'un iyi bükülebilirlik ve kaynak yapılarak birleşmeye uygun olması da avantajlarından biridir.

Teknik Özellikler;

- Hardox 450 sacının sertlik değeri yanına yazılan değerden gelmektedir.
- Hardox 450 sacının gerilme kuvveti 1370 - 1600 mPa arasında değişmektedir.
- Hardox 450 sacının tipik akma dayanımı 1250 mPa'dır.
- Hardox saclarda olumsuz ama karakteristik özelliklerinden biri 90 dereceden fazla bükülmesi durumunda yapısında kırılmalar ve çatlamlar olmasıdır.

Araç üstü ekipman sektöründe Hardox önemli bir yeri vardır .Treyler ve araç üstü ekipmanlarda kullanım yeri ve taşıyacağı yük için Hardox sacları havuz da yan duvarlarda , ön duvarda , arka kapakta ve en önemlisi yükün en çok baskı uyguladığı taban da kullanılır.

Birçok avantaj olmasına rağmen en büyük dezavantajı Hardox sacın 120 dereceden daha küçük açılara büküm işlemi yapılırken sorunlar ortaya çıkarmasıdır.

| ÜRÜN KALİTESİ | C | Si | Mn | P | S | CR | Ni | Mo | B* |
|---------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| Sac ve plaka | Max 0.26 | Max 0.70 | Max 1.60 | Max 0.025 | Max 0.010 | Max 1.40 | Max 1.50 | Max 0.60 | Max 0.005 |

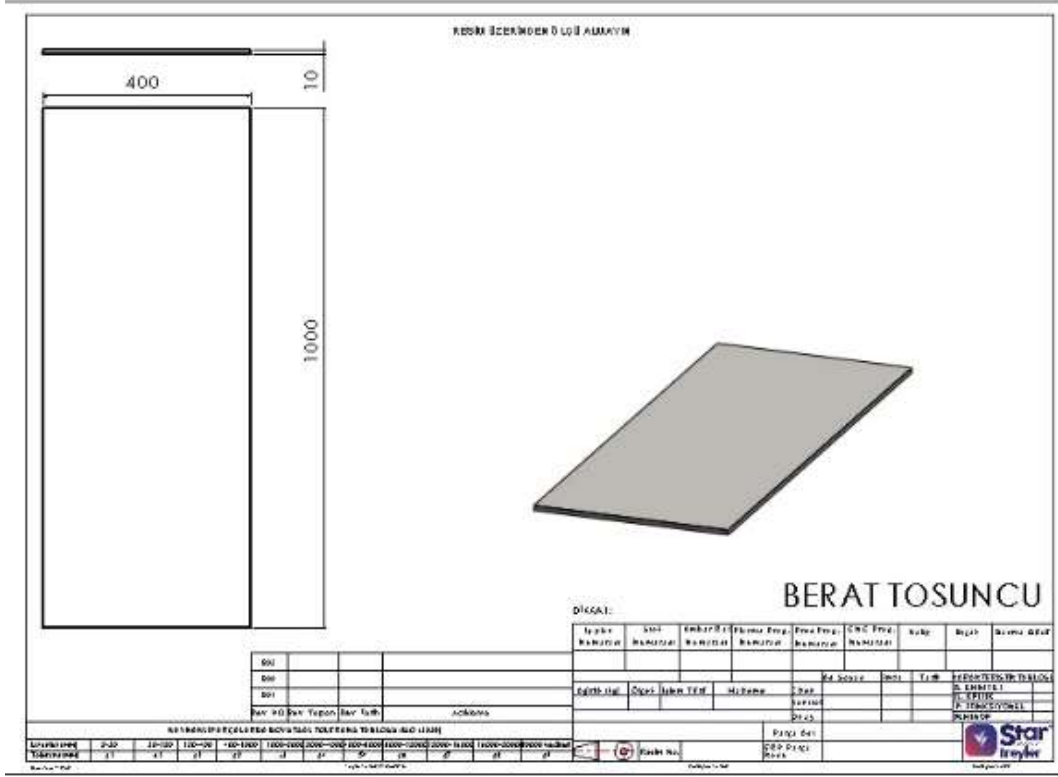
Tablo - 2.5 :Hardox sacın kimyasal özellikleri

SOLIDWORKS ANALİZ

Şimdi ST-52 , ST-37 VE HARDOX sacları arasında kuvvetlere bağlı olarak değişimlerini inceleyecek.

Parça-1

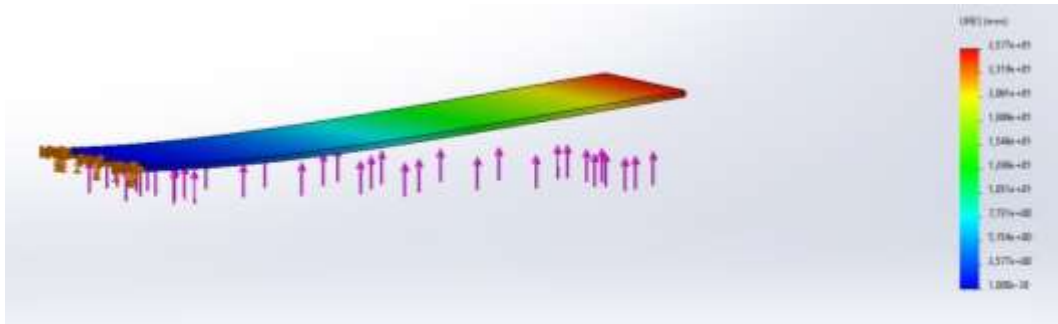
Öncelikle düz bir sac parçasında analiz yapılacaktır. Sac ölçüleri 1000x400x10 mm olan parça aşağıda teknik resimde ile birlikte verilmiştir.



Şekil 1

Farklı cinslerde olan sacları yükler uygulanıp bu yük karşısında değişime uygulanması incelenecektir.

Parça-1 için St-37 Sacında değişim



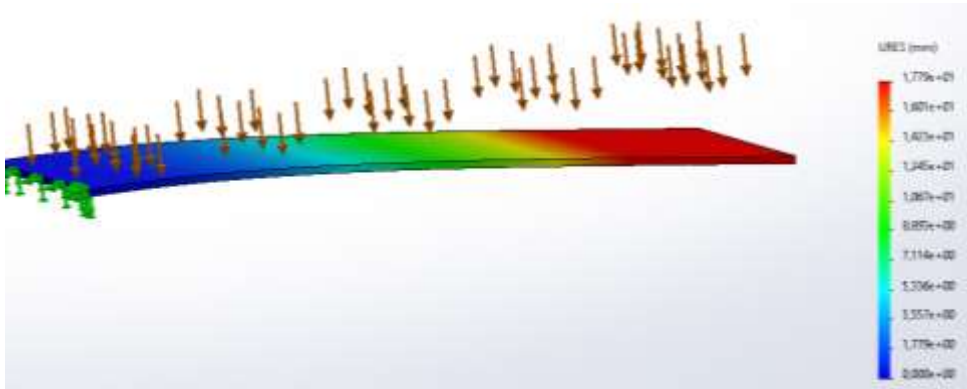
Şekil 2

Parça-1 için St-52 Sacında değişim



Şekil 3

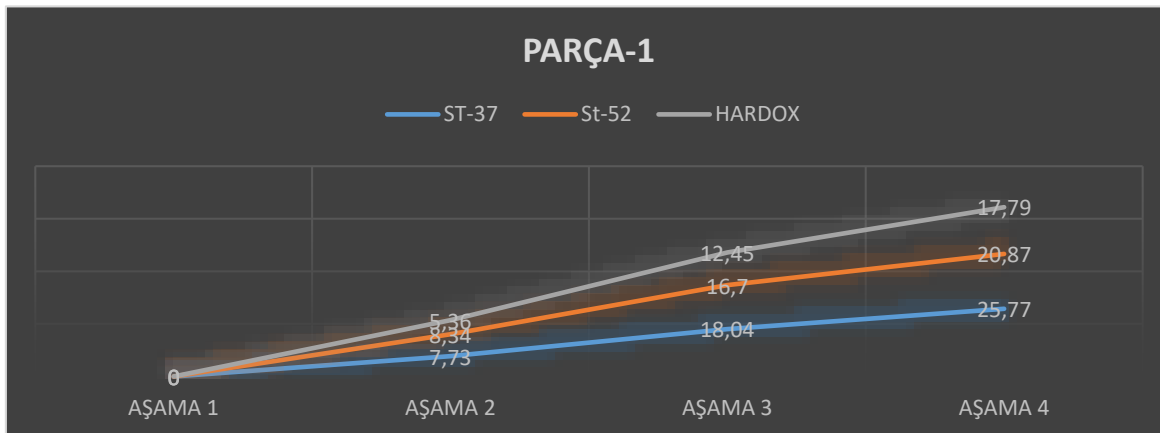
Parça-1 için Hardox Sacında değişim



Şekil 4

Parça-1 için Analiz

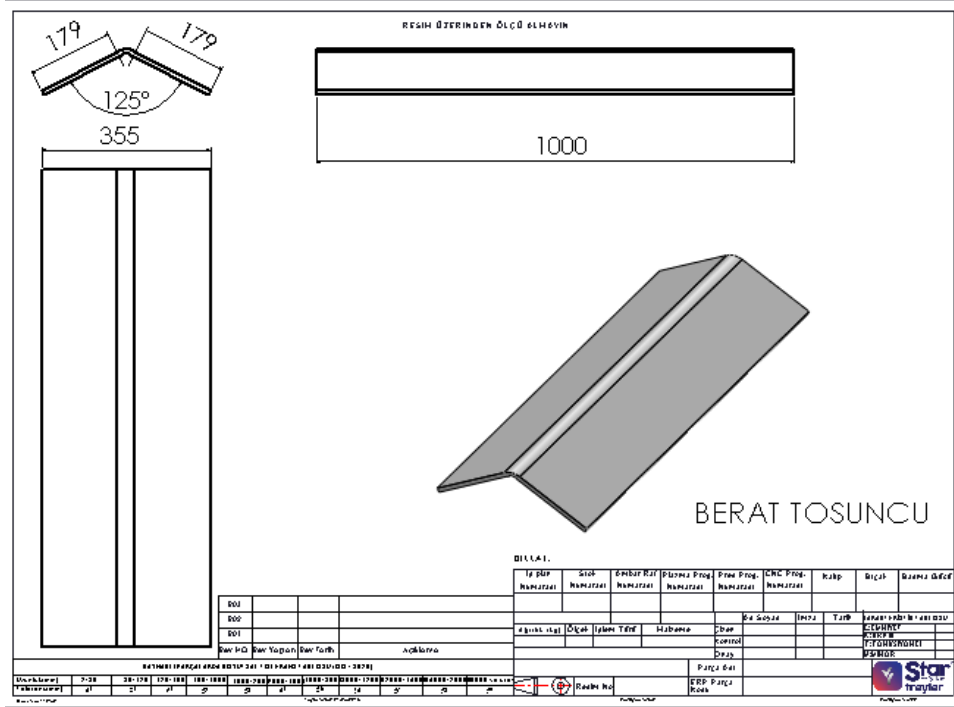
Yapılan analiz de St-37 , St-52 ve Hardox da aynı yerden sabitleme yapılmıştır. Daha sonra 1500 N 'luk yayılı yük uygulanmıştır. Uygulanan yük doğrultusunda saclardaki değişimler incelenmiştir. Karşılaştırma yapıldığında Hardox, St-37 ve St-52'den daha az bir deforme olduğu görölmektedir.



Grafik 1

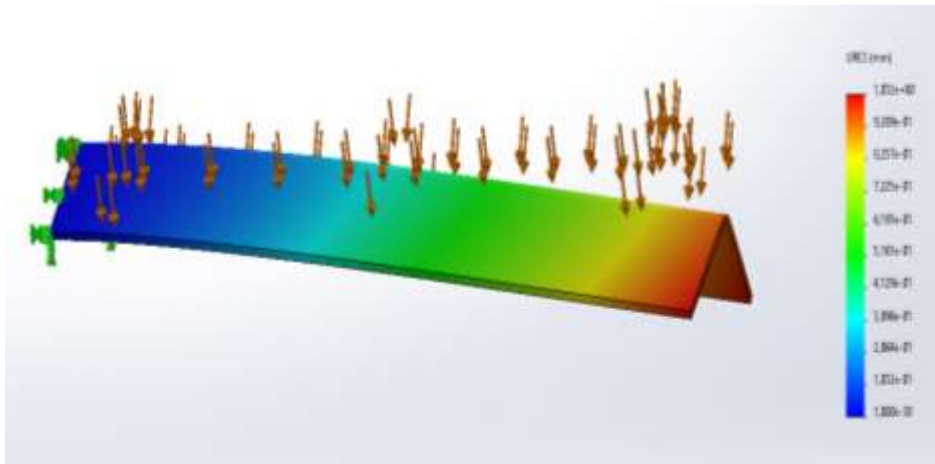
Parça-2

Bu parçada açılı bir sacda deney yapılacak. Buradaki açının 125 derece de tutulmasının nedeni Hardox sacının 120 dereceden sonra çatlama ve kırılma meydana gelme ihtimalinin yüksek olmasıdır.



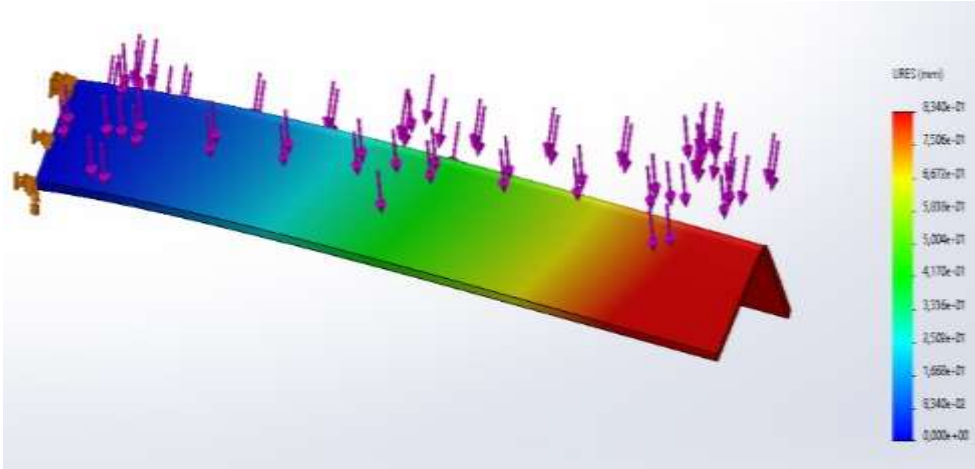
Şekil 5

Parça-2 için St-37 Sacında değişim



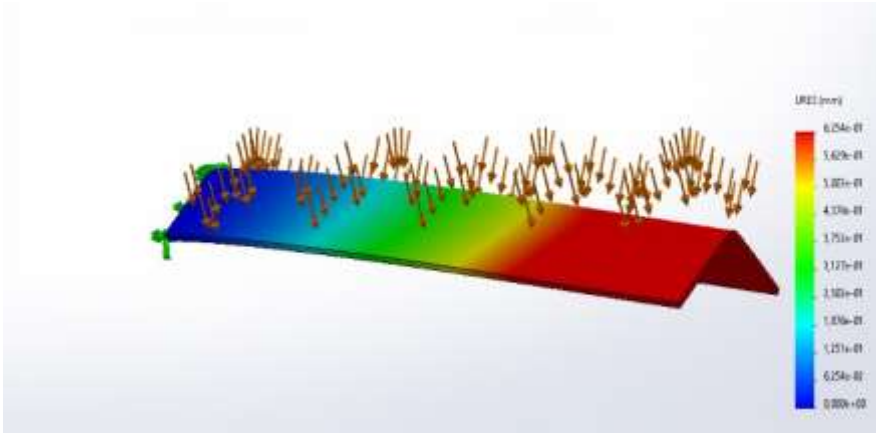
Şekil 6

Parça-2 için St-52 Sacında değişim



Şekil 7

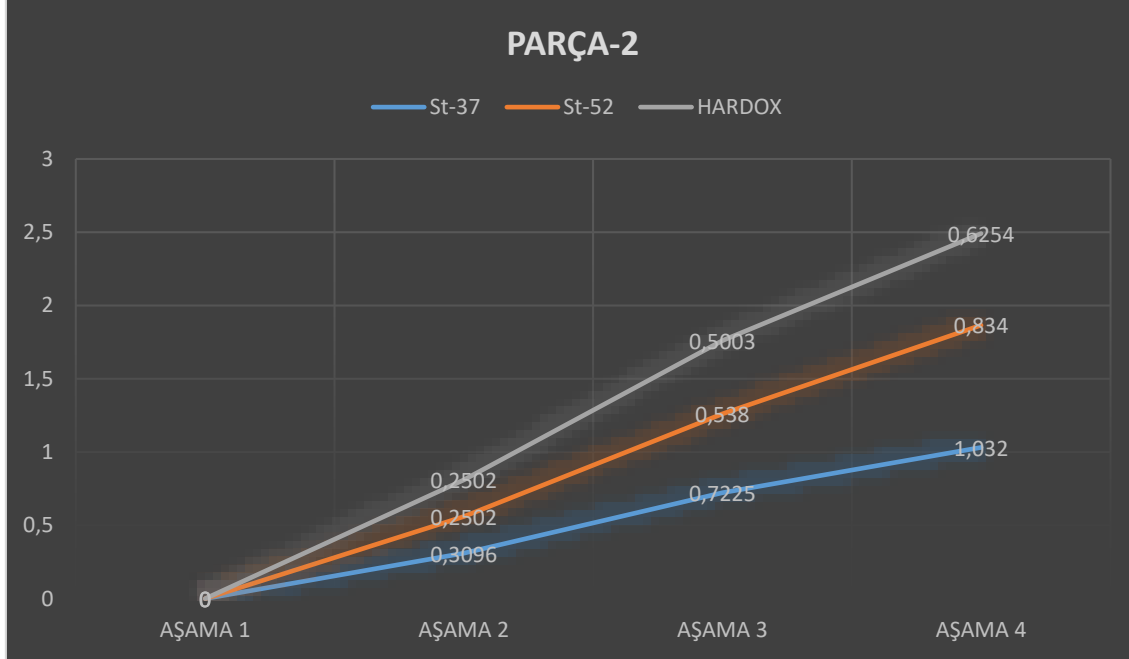
Parça-2 için Hardox Sacında değişim



Şekil 8

Parça-2 için analiz

Yapılan analiz de St-37 , St-52 ve Hardox da aynı yerden sabitleme yapılmıştır. Daha sonra 1500 N 'luk yayılı yük uygulanmıştır. Uygulanan yük doğrultusunda saclardaki değişimler incelenmiştir. Karşılaştırma yapıldığında Hardox, St-37 ve St-52'den daha az bir deforme olduğu görülmektedir. Ek olarak Hardox sacda büküm derecesi sınırdadır bırakılmıştır. Ancak gelen yük doğrultusunda Hardox sacın büküm yerinde çatlama daha fazla yük gelirse eğer kırılma olacağı bilinmektedir.



Grafik 2

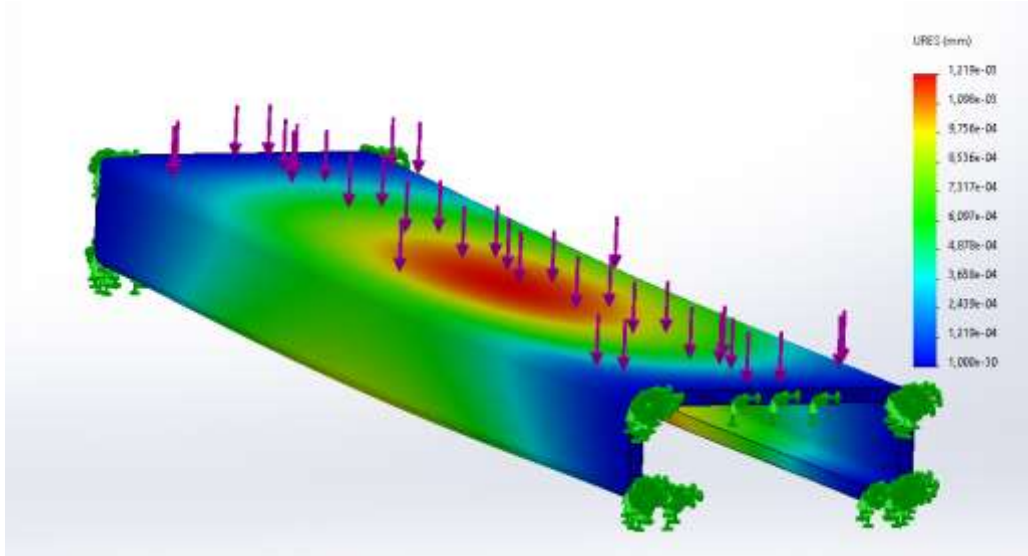
Parça-3

Bu parçada araç üstü ekipmanlar da kullanılan yük dağılım ve dayanımı arttırmak için kullanılan en önemli parçalardan biri olan şasi traversine analiz yapılacak. Traverslerde mukavemeti arttırmak için saclara U formu verilir. Bu ürün şasi de iki yerden kaynak yapılır ve bazı durumlarda alt ve üstüne bayrak konularak dayanımı arttırılır.

Bu analizde sadece St-37 ve St-52 sacları analiz edilecektir çünkü Hardox sacın 90 derece bükülemez ve kırılma uğrar.

Parçanın teknik resmi şekildeki gibidir ;

Parça-3 İçin St-52 Sacında Değişim

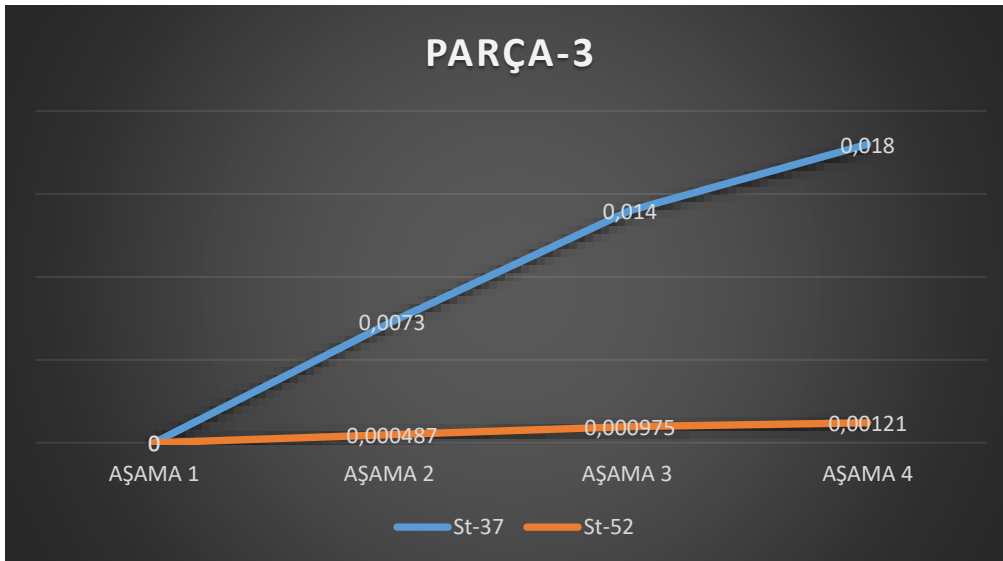


Şekil 11

Parça-3 için Analiz

Yapılan analiz de St-37 ve St-52 de aynı yerden sabitleme yapılmıştır. Daha sonra 1500 N 'luk yayılı yük uygulanmıştır. Uygulanan yük doğrultusunda saclardaki değişimler incelenmiştir. Karşılaştırma yapıldığında St-52 olan travers St-37 olan travers den daha az bir deforme olduğu görülmektedir.

Saclarla fazla büküm vermek mukavemeti arttırdığı için genelde traverslerde sacı U şekline getirdikten sonra bir büküm daha verilerek C şekli verilir.



Grafik 3

TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde birçok üretim alanında levha haline getirilmiş aynı zamanda sac olarak da adlandırılan standartlara uygun malzemeler kullanılmaktadır. Bu metal malzemeler plaka halinde birçok formda işlenir ve kullanıcılara nihai ürün olarak sunulur. Bununla birlikte bu ürünlerin sac levhaya dönüştürülmeden önce mikro alaşımlar ve sac levha üretim süreçlerindeki işlemler sonucunda kullanım alanlarına özgün çok sayıda ürün bulunmaktadır. Kullanım alanlarında seçim yapılırken malzeme kalınlıkları, uzunlukları ve bunlarla beraber malzemelerin metalürjik özellikleri değerlendirilerek seçim yapılmalıdır. Bu çalışmada farklı alaşımlarda olan sacların yüke karşı dayanımları solidworks’de yük dayanım analizi yapılarak karşılaştırılmıştır. Analiz sonucunda büküm gerekmeyen ya da dar açılı olmayan saclarda, Hardox sacı St-37 ve St-52 den daha kullanışlı güvenilir ve tercih edilen bir ürün olduğu belirlenmiştir. Dar açılı yapılarak kullanılan saclarda St-52 sacının tercih edilebileceği öngörülmüştür.

KAYNAKLAR

- Tekiner Z., (2004), “An experimental study on the examination of springback of sheet metals with several thicknesses and properties in bending dies”, *Journal of Materials Processing Technology*, 145 (1), 109-117
- Tekaslan Ö., Şeker U., Özdemir A., (2006), “Determining springback amount of steel sheet metal has 0.5 mm thickness in bending dies”, *Materials and Design*, 27 (3), 251-258
- Gautam B., Kumar P., Chandra V., Rawat K., (2016), “Analysis of springback variation in V bending”, *International Journal of Engineering Research & Technology*, 5 (2), 555-560
- Fei D., Hodgson P., (2006), “Experimental and numerical studies of springback in air V-bending process for cold rolled TRIP steels”, *Nuclear Engineering and Design*, 236 (18), 1847-1851
- Panthi S. K., Ramakrishnan N., Ahmed N., Singh S. S., Goel M. D., (2010), “Finite Element Analysis of sheet metal bending process to predict the springback”, *Materials & Design* 31 (2), 657-662
- Slota J., Jurcisin M., (2012), “Experimental and numerical prediction of springback in V-bending of anisotropic sheet metals for automotive industry”, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Mechanika*, 84 (284), 55-68
- Zhang D. J., Cui Z. S., Chen Z. Y., Ruan X. Y., (2007), “An analytical model for predicting sheet springback after V-bending”, *Journal of Zhejiang University Science A*, 8 (2), 237-244
- Sever N. K., Mete O., H., Demiralp Y., Choi C., Altan T., (2012), “Springback prediction in bending of AHSS-DP 780”, 40th North American Manufacturing Research Conference, Notre Dame, IND, USA, 4-8 June
- Nasrollahi V., Arezoo, (2012), “Prediction of springback in sheet metal components with holes on the bending area, using experiments, finite element and neural networks”, *Materials & Design*, 36, 331-336

KEDİ SES SPEKTROGRAMLARINDA DERİN ÖĞRENME KULLANILARAK KEDİLERİN CİNSİYETİNİN BELİRLENMESİ

GENDER DETERMINATION OF CATS BY USING DEEP LEARNING ON CAT SOUND SPECTROGRAMS

Asst. Prof. Dr. Mehmet Bilal Er

Harran University, Faculty of Engineering, Computer Engineering Department, Şanlıurfa, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-2074-1776

Res. Asst. Emre Can Kuran

Bandırma Onyediy Eylül University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Software Engineering Department, Balıkesir, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-0987-3866

Lecturer Umut Kuran

Harran University, Faculty of Engineering, Computer Engineering Department, Şanlıurfa, Turkey

ORCID NO: 0000-0001-5508-1870

ÖZET

Kediler de dahil olmak üzere hayvanların çoğu, çeşitli seslerden yararlanarak birbirleriyle iletişim kurar. Bu sesler, ilgili hayvan varlığının davranışlarını veya özelliklerini belirlemek için kullanılacak faydalı bilgiler taşıyabilir. Dünya çapında popüler hayvanlar olan kediler, bu bağlamda daha önce farklı araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Genellikle kedilerin davranışlarını belirlemek için kedi sesleri kullanılır. Farklı özelliklere sahip farklı sesler kolaylıkla ayırt edilebilir. Bu araştırmalar gelecekte hayvanların bakımı için kullanılabilir. Teknoloji günden güne gelişmekte ve doğa gereği insanlar ve hayvanlar birbirleriyle etkileşim halindedir. Araştırmacılar davranışlar üzerinde çalışsa da, bildiğimiz kadarıyla kedi seslerinden kedi cinsiyetini belirlemeye yönelik ayrıntılı bir çalışma yoktur. Bu motivasyonla, bu çalışmada seslerin spektrogramından kedi cinsiyetlerini sınıflandırmaya çalıştık. Farklı niteliklere sahip kısırlaştırılmamış ve kısırlaştırılmış kedilerin seslerini içeren bir veri seti kullandık. Sesler de cinsiyete göre etiketlenmiştir. 3 aşamadan oluşan önerilen yöntem, kedileri cinsiyetlerine göre sınıflandırmaya odaklanmıştır. İlk aşamada kedi seslerine ait sinyaller dosyadan okunur ve spektrogramları hesaplanır. Spektrogramlar, kısa süreli Fourier dönüşümü (KSFD) kullanılarak hesaplanır. Daha sonra spektrogramlardaki genlik değerleri desibel (dB)' e dönüştürülür. İkinci aşamada elde edilen spektrogramlar özne kedinin cinsiyetine göre dişi veya erkek olarak sınıflara ayrılır. Üçüncü aşamada, çıkarılan spektrogramlar, literatürde öğrenme aktarımı için yaygın olarak kullanılan NasNet modeline verilir. NasNet modeli kullanılarak eğitim için %94,38 ve test için %100,00 doğruluk oranlarına ulaşılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar, yöntemimizin kedilerin cinsiyetini belirlemede kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Kedi Sesi, Kedi Cinsiyet Belirleme, Derin Öğrenme, Öğrenme Aktarımı, Ses İşleme.

ABSTRACT

Most of the animals, including cats, communicate each other by making use of various sounds. These sounds could carry useful information which can be used to determine the behaviors or characteristics of the related animal being. Cats, which are popular animals worldwide, have been studied previously by different researchers in this context. Usually, cat sounds are employed for determining behaviors of cats. Different sounds with distinct characteristics can be discriminated easily. These research findings can be used in the future for better care of animals. Technology is developing from day-to-day and by the nature, humans and animals are interacting with each other. Although researchers studied on the behaviors, there is no elaborative study on determining the cat gender from cat sounds, to the best of our knowledge. With this motivation, in this study, we tried to classify cat genders from the spectrogram of the sounds. We used a dataset containing the sounds of intact and neutered cats, which have different attributes. The sounds are labeled by the gender. The proposed method, which consists of 3 phases, is focused on classifying cats by their genders. In the first phase, cat sound signals are read from file and their spectrograms are computed. Spectrograms are calculated using the short-time Fourier transform (STFT). Then, the amplitude values in the spectrograms are casted to decibel (dB). In the second phase, extracted spectrograms are divided into classes as female or male, according to the subject cat's gender. In the third phase, the extracted spectrograms are supplied to the NasNet model, which is widely exploited in the literature for transfer learning. Accuracy rates of 94.38% for training and 100.00% for testing are reached using NasNet model. The obtained experimental results showed that our method can be used for determining gender of cats.

Keywords: Cat Sound, Cat Gender Determination, Deep Learning, Transfer Learning, Sound Processing.

INTRODUCTION

Most of the animals communicate by producing sounds that specific to them, including cats. Researchers proposed various methods for classification of the animal sounds [1], [2]. Some of these methods focus on cats [3]–[5]. In [3], researchers employed transfer learning for the feature extraction phase. The extracted features are given to various classifiers afterwards. They used a dataset consisting of cat sounds that belong to different moods of cats. They also employed data augmentation for increasing the number of samples. In [4], mel-frequency cepstral coefficients (MFCCs) are employed for extracting sound frequency. Researchers used convolutional neural network (CNN) for the classification and their model reached an accuracy rate of 88.47%. They classified five classes of sounds. In [5], emitted sounds from specific breeds of cats are recorded and classified. Situations such as waiting for food, brushing and isolation are considered. Their method reached a recognition rate of 95.94% using the method based on directed acyclic graphs (DAG) – hidden Markov models (HMM). As it can be observed, these studies are focused on the classification of different moods or situations usually. In this study, we proposed a method for determining cat gender. Determining the gender of the animals is significant for caring methods. Artificial intelligence (AI) based systems can use this technique in the future for various purposes, since humans and cats have a very old relationship for centuries. To the best of our knowledge, it is the first time a gender determination method based on classification of the spectrograms of the cat sounds is proposed. Our method consists of two steps: (i) extracting spectrograms using short-time Fourier transform (STFT) (ii) classifying spectrograms using

the NasNet model. The proposed method achieved a high accuracy level in advance.

MATERIALS & METHODS

Dataset

The dataset [5], [6] consists of cat sounds that belong to Maine Coon and European Shorthair cat breeds. Different attributes like gender, emission context (brushing, waiting for food or isolation), breed etc. are specified in the file names using specific characters. There is a total number of 440 sounds in the dataset, which are recorded from 21 distinct cats. Some of these are male whereas some of them are female. There are also neutered cat sounds in the dataset of male and female cats. We divided the dataset into two classes, namely, female (including neutered) and male (including neutered). Sound waves of four types mentioned, are given in Figure 1.

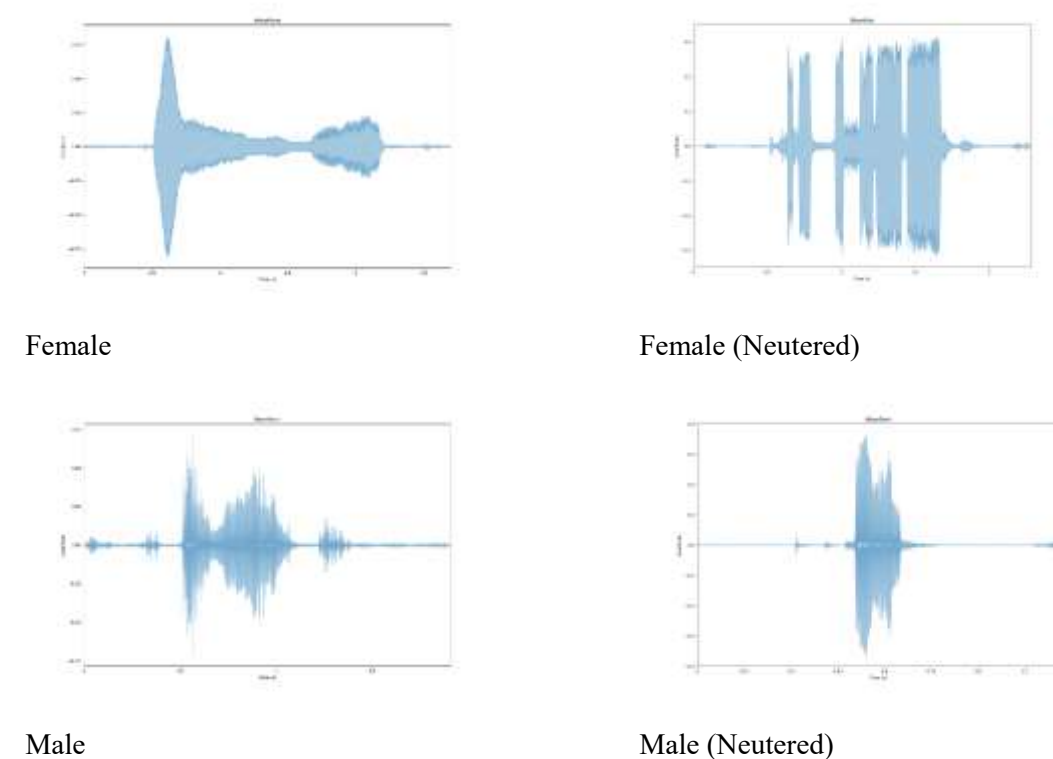
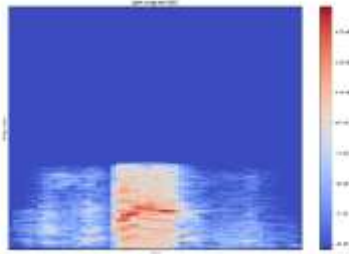


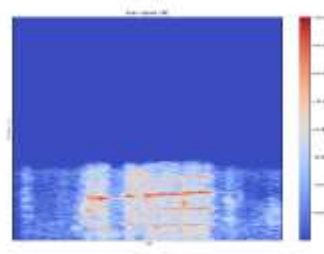
Figure 1. Sound waves of cat sounds for male and female classes.

Extracting Spectrograms

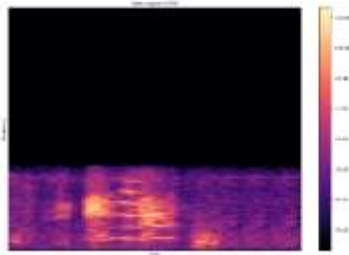
Spectrograms are widely employed in the literature for the classification of animal sounds and they are effective [7], [8]. STFT is related with Fourier transform, which is exploited to determine sinusoidal frequency and phase content of local sections belong to the signal [9]. In this study, in order to extract spectrograms, STFT is used. After computing STFT of the signal, absolute values of the complex numbers are calculated in order to get magnitude. Further, logarithm of values are obtained to cast amplitude to dB. Spectrograms extracted from sample sounds are given in Figure 2.



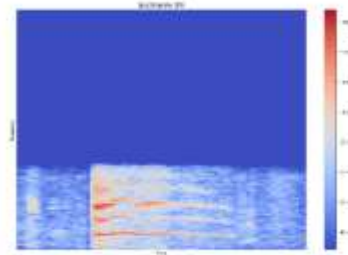
Female



Female (Neutered)



Male



Male (Neutered)

Figure 2. STFT spectrograms of the cat sounds obtained from different classes.

Classification by NASNet Model

Neural Architecture Search (NAS) was proposed in [10]. NASNet [11] is a deep neural network model developed which is developed for transfer learning. A simple NASNet architecture designed for ImageNet [12] dataset is given in Figure 3.

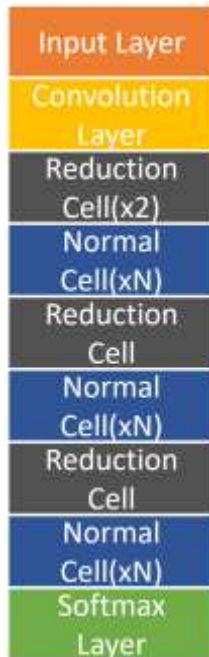


Figure 3. Architecture of a simple NASNet model.

In this study, NASNetMobile model provided by the TensorFlow library of Python is employed. The spectrogram images are supplied to pretrained (with ImageNet) NASNetMobile model and the classification is made using the model. Some modifications can be made on the model (like freezing some of the layers or changing input size) for training phase. Images are of size 227 x 227 pixels and input layer is altered to fit the determined image size.

EXPERIMENTAL RESULTS

The proposed method is evaluated on the cat sound dataset employed in this study, which is given in the previous section. 90% of the data (which is split into 70% and 30% afterwards) is reserved for the training and validation whereas 10% of the data is reserved for the testing phase comes after the training and validation phases. 70 train and 30 validation percentage split is employed for preparing the training set and validation set from the reserved data. A learning rate of $1e-2$ and a batch size of 57 is selected. An accuracy rate of 94.38% is obtained for the training and 100.00% obtained for the validation. For the testing, the model has reached an accuracy rate of 100.00%. The training and validation performance of the employed model at 14 epochs are given in Figure 4. The training and validation loss graphs are given in Figure 5.

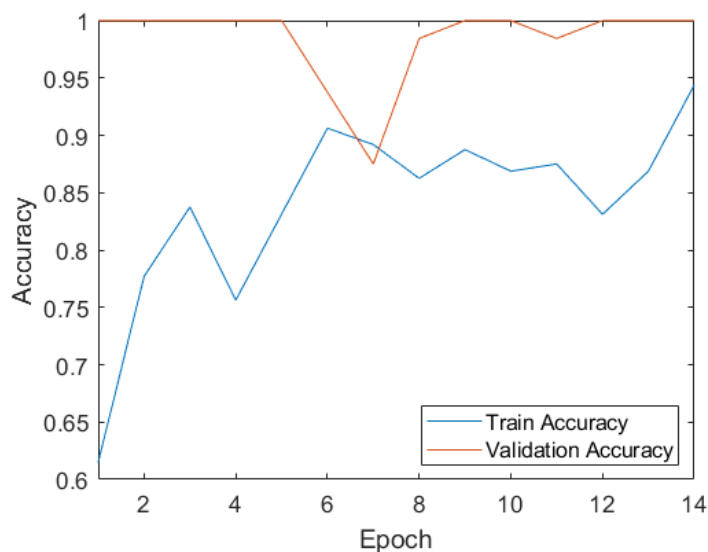


Figure 4. Training and validation performance of the used model.

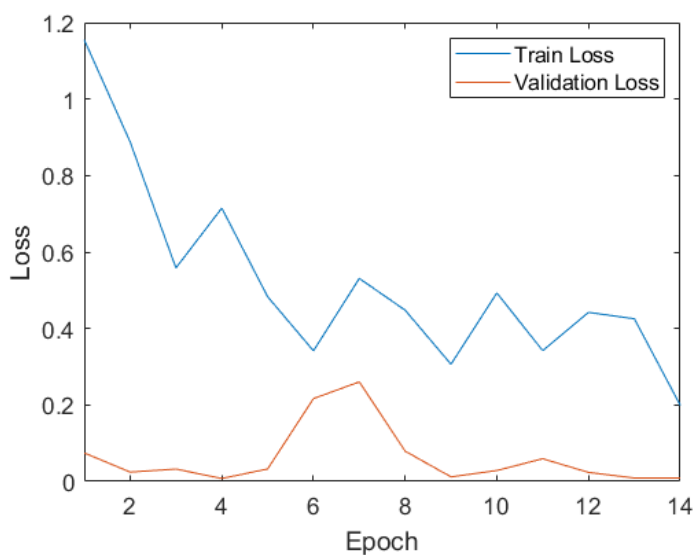


Figure 5. Loss graph of the model.

RESULTS & DISCUSSION

In this study, a novel method for the determination of the cat gender is proposed. The proposed method is evaluated on the dataset, and reached a superior accuracy rate for training, validation and testing. However, some limitations of the method can be discussed. First of all, the gathered dataset is acquired from specific breeds of cats. Hence, the same performance may not be observed for foreign cat breeds for future studies. The generalization of the model can be increased by training the model using more cat sounds of different cat breeds. It is also suggested to use wavelet-based feature extraction techniques to gather more meaningful features. Besides all of the mentioned limitations, the model can be used for cat gender determination with

the use of clearly recorded cat sounds, in order to prevent false classification.

KAYNAKLAR

- [1] L. Nanni, S. Brahmam, A. Lumini, and G. Maguolo, "Animal sound classification using dissimilarity spaces," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 23, pp. 1–18, 2020, doi: 10.3390/app10238578.
- [2] C. Il Kim, Y. Cho, S. Jung, J. Rew, and E. Hwang, "Animal sounds classification scheme based on multi-feature network with mixed datasets," *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 14, no. 8, 2020, doi: 10.3837/tiis.2020.08.013.
- [3] Y. R. Pandeya and J. Lee, "Domestic cat sound classification using transfer learning," *Int. J. Fuzzy Log. Intell. Syst.*, vol. 18, no. 2, 2018, doi: 10.5391/IJFIS.2018.18.2.154.
- [4] R. Ferdiana, W. F. Dicka, and A. Boediman, "Cat sounds classification with convolutional neural network," *Int. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 13, no. 3, pp. 755–765, 2021, doi: 10.15676/IJEEL.2021.13.3.15.
- [5] L. A. Ntalampiras *et al.*, "Automatic Classification of Cat Vocalizations Emitted in Different Contexts," *Animals*, vol. 9, no. 8, p. 543, Aug. 2019, doi: 10.3390/ani9080543.
- [6] L. A. Ludovico, S. Ntalampiras, G. Presti, S. Cannas, M. Battini, and S. Mattiello, "CatMeows: A Publicly-Available Dataset of Cat Vocalizations," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2021, vol. 12573 LNCS, pp. 230–243, doi: 10.1007/978-3-030-67835-7_20.
- [7] R. Pahuja and A. Kumar, "Sound-spectrogram based automatic bird species recognition using MLP classifier," *Appl. Acoust.*, vol. 180, p. 108077, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.apacoust.2021.108077.
- [8] X. Yang, Y. Zhao, H. Qi, and G. T. Tabler, "Characterizing Sounds of Different Sources in a Commercial Broiler House," *Animals*, vol. 11, no. 3, p. 916, Mar. 2021, doi: 10.3390/ani11030916.
- [9] E. Sejdić, I. Djurović, and J. Jiang, "Time-frequency feature representation using energy concentration: An overview of recent advances," *Digit. Signal Process. A Rev. J.*, vol. 19, no. 1, pp. 153–183, 2009, doi: 10.1016/j.dsp.2007.12.004.
- [10] B. Zoph and Q. V. Le, "Neural architecture search with reinforcement learning," 2017.
- [11] B. Zoph, V. Vasudevan, J. Shlens, and Q. V. Le, "Learning Transferable Architectures for Scalable Image Recognition," 2018, doi: 10.1109/CVPR.2018.00907.
- [12] J. Deng, W. Dong, R. Socher, L.-J. Li, Kai Li, and Li Fei-Fei, "ImageNet: A large-scale hierarchical image database," 2010, doi: 10.1109/cvpr.2009.5206848.

**SENTEZLENMİŞ SCHIFF BAZI İLE ÜRETİLEN POLYESTER KOMPOZİTİN
TERMOFİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF POLYESTER COMPOSITE
PRODUCED WITH SYNTHESIZED SCHIFF BASE

Dr. Öğr. Üyesi Hakan ŞAHAL

Munzur University, Vocational School, Department of Food Processing, Tunceli.

ORCID NO: 0000-0001-8714-1735

Arş. Gör. Dr. Ercan AYDOĞMUŞ

Fırat University, Engineering Faculty, Department of Chemical Engineering, Elazığ.

ORCID NO: 0000-0002-1643-2487

ÖZET

Bu çalışmada Schiff bazı sentezlenip polyester kompozite kütlece farklı oranlarda takviye edilmiştir. Elde edilen polyester kompozitin yoğunluğu, Shore D sertliği, gözenekliliği, ısı iletkenlik katsayısı ve termal kararlılığı değerlendirilmiştir. Laboratuvar şartlarında kütlece % 0, % 1, % 3 ve % 5 oranlarında Schiff bazı doymamış polyester (UP) karıştırılmıştır. Metil etil keton peroksit (MEKP) ve kobalt oktoat (Co Oc) katalizörleri yardımıyla elde edilen kompozitin kürlenmesi için 24 saat beklenilmiştir. Schiff bazı takviyesi ile üretilen polyester kompozitin yoğunluğunun azaldığı belirlenmiştir. Shore D test sonuçlarına göre de kütlece Schiff bazı arttıkça polyester kompozitin sertliği azalmıştır. Ayrıca sentezlenen Schiff bazı takviyesi kompozitin hem termal iletkenlik katsayısını hem de termal kararlılığını artırmıştır. Polyester kompozitin termal kararlılığı termal bozunma deneylerinde hesaplanan aktivasyon enerjileri ile belirlenmiştir. Elde edilen polyester kompozitlerin yüzey morfolojileri incelendiğinde Schiff bazı takviyesinin gözenekliliğini artırdığı görülmüştür. Ayrıca kompozitlerin FTIR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi) sonuçlarına göre Schiff bazının doymamış polyesterde kimyasal reaksiyon vermediği belirlenmiştir. Buna göre Schiff bazı takviyesi ile doymamış polyester fiziksel bir etkileşimde bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Sentez, Schiff bazı, polyester kompozit, termofiziksel özellikler.

ABSTRACT

In this study, Schiff base has been synthesized and reinforced to polyester composite at different mass ratios. Density, Shore D hardness, porosity, thermal conductivity coefficient, and thermal stability of the obtained polyester composite have been evaluated. In laboratory conditions, 0 %, 1 %, 3 %, and 5 % by mass Schiff base was mixed with unsaturated polyester (UP). The composite obtained with the help of methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) and cobalt octoate (Co Oc) catalysts was waited for 24 hours for curing. It was found that the density of the polyester composite produced with Schiff base reinforcement decreased.

According to Shore D test results, as the mass of Schiff base raised, the hardness of the polyester composite decreased. Also, the synthesized Schiff base reinforcement increased both the thermal conductivity coefficient and the thermal stability of the composite. The thermal stability of the polyester composite was determined by the activation energies calculated in the thermal decomposition experiments. When the surface morphologies of the obtained polyester composites were examined, it was seen that Schiff base reinforcement increased their porosity. Moreover, according to FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy) results of the composites, it was evaluated that the Schiff base did not give a chemical reaction in unsaturated polyester. Accordingly, Schiff base reinforcement and unsaturated polyester physically have been interacted.

Keywords: Synthesis, Schiff base, polyester composite, thermophysical properties.

INTRODUCTION

Today, organic or inorganic fillers can be used to strengthen some properties of polymers in studies conducted in the literature. Such fillers are preferred especially to strengthen the properties of composite materials such as density, hardness, mechanical strength, and thermal stability. In this study, composite materials will be produced by reinforcing the unsaturated polyester composite with a Schiff base. In recent years, the Schiff base has been used in polymers for many purposes.

For example, Schiff bases derived from aromatic amines and aromatic aldehydes and aromatic ketones have a wide variety of applications in many fields, including inorganic, analytical, and biological chemistry (Kaczmarek et al., 2018; Abdel-Monem et al., 2018; Egekenze et al., 2018). Among the organic reagents used, Schiff bases possess excellent characteristics, structural similarities with natural biological substances, relatively simple preparation procedures, and the synthetic flexibility that enables the design of suitable structural properties (Randrianjatovo-Gbalou et al., 2016; Su et al., 2016). This class of compounds plays an essential role in agriculture, pharmaceutical, industrial chemistry, widely serve as models for biologically important species and find applications in biomimetic catalytic reactions (Güngör et al., 2016; Yang et al., 2016; Shah et al., 2016; Shoair et al., 2015; Sanyal et al., 2016).

Composite materials inherit impressive properties from their individuals and provide the possibility for enhanced functionality owing to the interaction of their excellent individual parents. Therefore, recent explorations in the field of novel functional composites are paving the way for exciting applications in modern science and technology (Stankovich et al., 2006, Huang et al., 2012; Xu et al., 2013; He et al., 2012; Wang et al., 2014). Incidentally, Schiff-base polymers with a system of conjugated $-C=N-$ bonds exhibit valuable properties mainly associated with the conjugated backbone and the presence of imine sites (He et al., 2008; Grigoras, and Catanescu, 2004) Thermal stability of some poly(azomethine)s has found to be similar to polyamides and also hold semiconductor properties (Hoppe, and Sariciftci, 2004; He et al., 2008; Grigoras, and Catanescu, 2004). These polymers are generally difficult to process due to their high melting point and low solubility. The technical applications of polyimines have strongly been restricted by their sensitivity to acidic hydrolysis and thermal exchange reactions between the azomethine groups. Many efforts have been focused on enhancing these characteristics by varying the nature of components or the

introduction of flexible or bent substituents into the backbone (Saegusa, 1990).

Besides, many fillers have been used in the literature on unsaturated polyesters to strengthen the structure of the composite. For example, micro and nanoparticles such as borax, aerosil, silicon carbide, graphene, carbon nanotube are reinforced with unsaturated polyesters. Composite materials with desired density, hardness, porosity, thermal conductivity, and thermal stability can be produced according to the intended use of polyesters (Aydoğmuş, and Arslanoğlu, 2021; Aydoğmuş et al., 2021; Orhan et al., 2021; Yanen, and Aydoğmuş, 2021).

In this study, a new polyester composite material has been obtained by reinforcing a synthesized Schiff base to unsaturated polyester. Some thermophysical properties of the obtained product have been characterized according to the intended use. Also, this research has shown the use of synthesized organic reinforcement materials instead of inorganic fillers.

MATERIALS AND METHODS

Materials and Physical Measurements

Unsaturated polyester (UP), methyl ethyl ketone peroxide (MEKP), and cobalt octoate (Co Oc) used in experimental studies have been supplied from Turkuaz Polyester company. All chemicals used for the Schiff base synthesis and analysis were purchased from Merck and used without purifications. FT-IR spectra of the Schiff base and composites were recorded for the region of 4000–450 cm^{-1} on a Mattson 1000 FT-IR spectroscopy as KBr disks.

1-{4-[(E)-(3-[(Z)-[(4-acetylphenyl)imino]methyl]benzylidene)amino]phenyl} ethanone (SB)

(2.70 g, 0.02 mol) p-aminoacetophenone and (1.34 g, 0.01 mol) Isophthalaldehyde dissolved in 40 ml of anhydrous ethanol were placed in a 50 ml teflon container and mixed for 10 minutes. This reaction mixture has interacted at 130 °C for 12 hours using the hydrothermal technique. The sediments were filtered, washed with cold ethyl alcohol, and dried at room temperature (Figure 1).

For SA: (433,28 g/mol). Yield: 90 %. Anal. Calcd. for $\text{C}_{17}\text{H}_{13}\text{BrN}_4\text{O}_3\text{S}$: IR (KBr, $\text{v}_{\text{max}}/\text{cm}^{-1}$): 3385 (O–H), 3332, 1614 (C=N), 1567, 1476 (C–O), 1405 (–SO₂), 1302, 1279, 1245, 1162, 1086, 1038, 973, 889, 828, 793, 739, 632, 574, 561, 556, 530; ¹H NMR (DMSO-d₆, δ , ppm): 12.53 (s, 1H, O–H), 11.45 (s, 1H, N–H), 8.93 (s, 1H, CH=N), 8.09–6.55 (m, 10H, Ar–H).

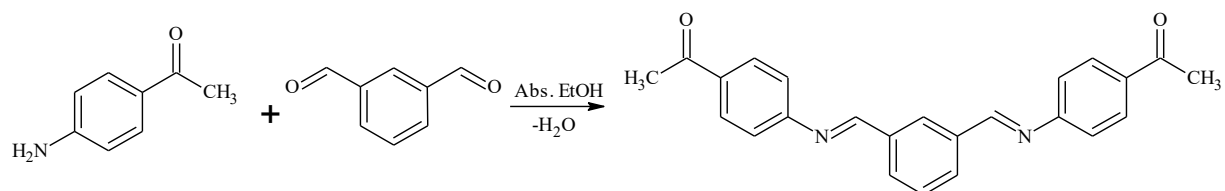


Figure 1. Synthetic routes of 1-{4-[(E)-(3-[(Z)-[(4-acetylphenyl)imino]methyl]benzylidene)amino]phenyl} ethanone (SB)

Experimental operating conditions are given in Table 1, and polyester composite production steps are shown in Figure 2.

Table 1. Polyester Composite Production Plan

| UP (wt.%) | Filler (wt.%) | MEKP (wt.%) | Co Oc (wt.%) |
|-----------|---------------|-------------|--------------|
| 98 | 0 | 1.6 | 0.5 |
| 96 | 1 | 1.6 | 0.5 |
| 96 | 3 | 1.6 | 0.5 |
| 95 | 5 | 1.6 | 0.5 |
| 94 | 7 | 1.6 | 0.5 |

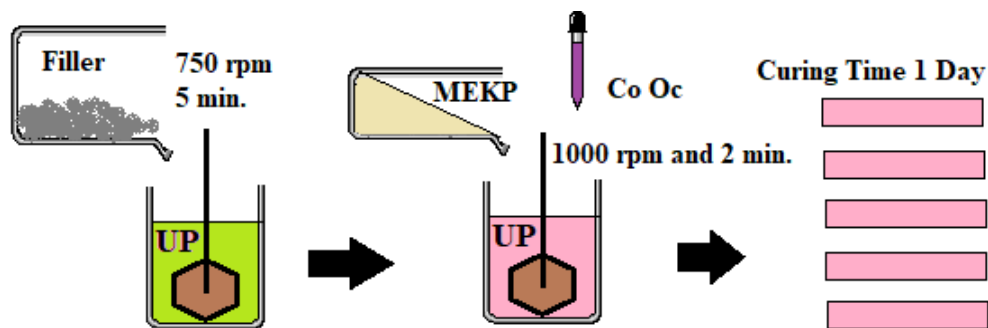


Figure 2. Polyester composite production scheme using filler

RESULTS AND DISCUSSIONS

The results obtained in the tests and analyzes of the synthesized Schiff base reinforced polyester are expressed in this section. In Figure 3, the effect of the filler used in different proportions by mass on the density of the polyester composite is shown. The variation of Shore D hardness of the produced polyester composites is shown in Figure 4. In Figure 5, although the filler reinforcement slightly decreased the thermal conductivity of the polyester composite, it has been increased at high rates.

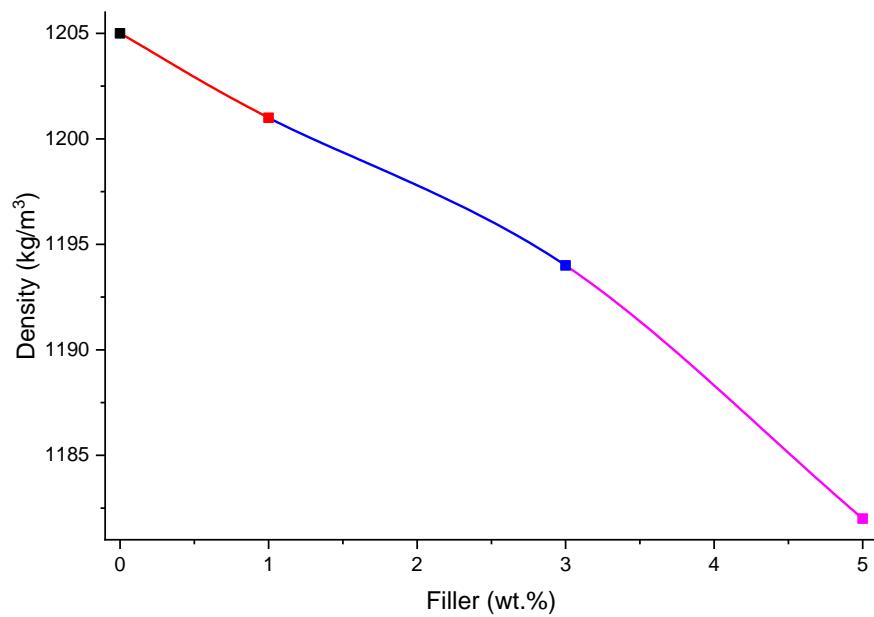


Figure 3. Change of density of Schiff base reinforced the polyester composite

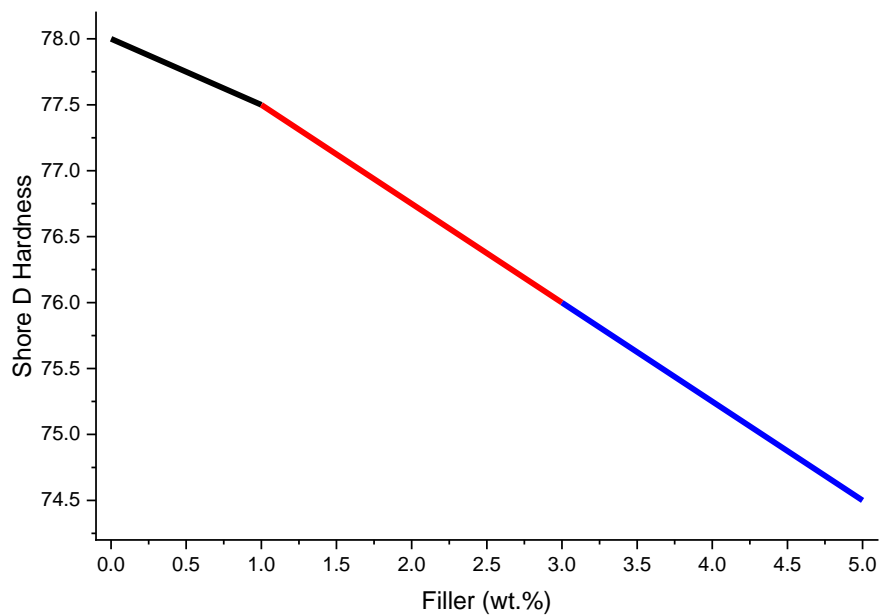


Figure 4. Variation of Shore D hardness of Schiff base reinforced the polyester composite

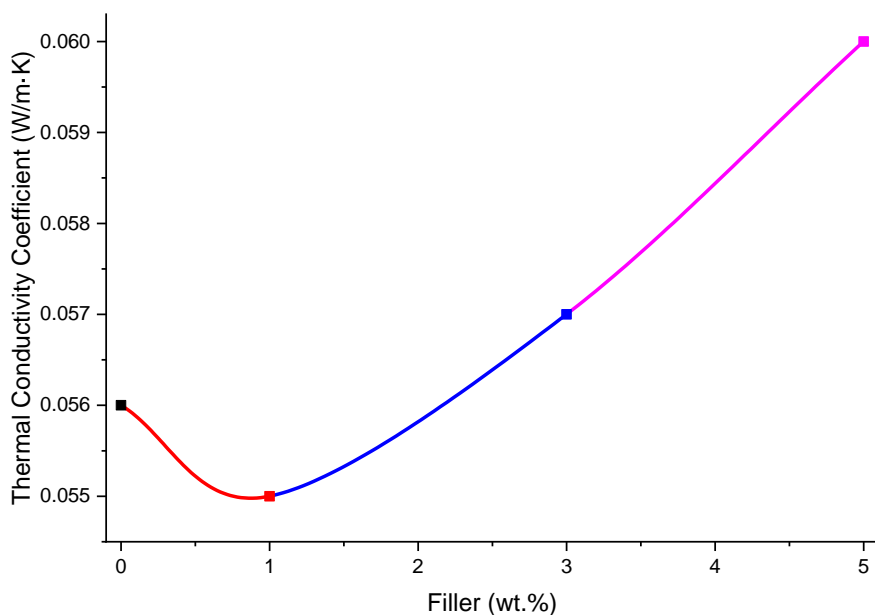


Figure 5. Change of thermal conductivity of filler (Schiff base) reinforced the composite

IR Spectra

Infrared spectrums of SB show bands at 3385, 1614, and 1476 cm^{-1} , assigned to O–H, C=N, and C–O, respectively. These values are in agreement with those found for similar compounds (Ebrahimi et al., 2013; Kratky et al., 2012; Aziz, and Azeez, 2020). The stretch vibration of OH groups in the wavelength of 3385 cm^{-1} , C-H symmetric and asymmetric stress vibrations are seen 2955 cm^{-1} and 2883 cm^{-1} wavelengths. The peaks at 1540 cm^{-1} wavelength represent C=C stretching vibrations in the aromatic ring. Not much difference was observed between the composite structures and the IR peaks of the main component (SA). This shows that composite structure components only physically interact.

CONCLUSIONS

It has been found that the density and Shore D hardness of the polyester composite produced with Schiff base reinforcement decreased. The synthesized Schiff base reinforcement raised both the thermal conductivity coefficient and the thermal stability of the composite. The thermal stability of the polyester composite has been calculated using the Coats-Redfern method with the activation energies calculated in the thermal decomposition experiments. In this method, it has been determined that Schiff base reinforcement, albeit slightly, raises the activation energy in the results calculated using the two-dimensional diffusion function. The activation energy of pure polyester was calculated as 119.547 kJ/mol, and 3 wt.% Schiff base reinforced composite was found as 124.016 kJ/mol. Besides, when the surface images of polyester composites are examined, it has been determined that Schiff base reinforcement increased their porosity.

REFERENCES

- Abdel-Monem, Y. K., Abouel-Enein, S. A., & El-Seady, S. M. (2018). Synthesis, characterization and molecular modeling of some transition metal complexes of Schiff base derived from 5-aminouracil and 2-benzoyl pyridine. *Journal of Molecular Structure*, 1152, 115–127.
- Aydoğmuş, E., & Arslanoğlu, H. (2021). Kinetics of thermal decomposition of the polyester nanocomposites. *Petroleum Science and Technology*, 39(13–14), 484–500.
- Aydoğmuş, E., Arslanoğlu, H., & Dağ, M. (2021). Production of waste polyethylene terephthalate reinforced biocomposite with RSM design and evaluation of thermophysical properties by ANN. *Journal of Building Engineering*, 44, 103337.
- Aziz, D. M., & Azeez, H. J. (2020). Synthesis of new β -lactam- N-(thiazol-2-yl) benzenesulfonamide hybrids: Their in vitro antimicrobial and in silico molecular docking studies. *Journal of Molecular Structure*, 1222.
- Ebrahimi, H., Hadi, J. S., & Al-Ansari, H. S. (2013). A new series of Schiff bases derived from sulfa drugs and indole-3-carboxaldehyde: Synthesis, characterization, spectral and DFT computational studies. *Journal of Molecular Structure*, 1039, 37–45.
- Egekenze, R., Gultneh, Y., & Butcher, R. (2018). Catalysis of alkene epoxidation by manganese(II) and (III) complexes of both Schiff base and reduced Schiff base ligands utilizing environmentally benign H_2O_2 . *Polyhedron*, 144, 198–209.
- Grigoras, M., & Catanescu, C. O. (2004). Imine oligomers and polymers. In *Journal of Macromolecular Science - Polymer Reviews*, 44(2), 131–173.
- Güngör, S. A., Köse, M., Tümer, F., & Tümer, M. (2016). Photoluminescence, electrochemical, SOD activity and selective chemosensor properties of novel asymmetric porphyrin-Schiff base compounds. *Dyes and Pigments*, 130, 37–53.
- He, F., Tian, L., Xie, W., Li, M., Gao, Q., Hanif, M., Zhang, Y., Cheng, G., Yang, B., Ma, Y., Liu, S., & Shen, J. (2008). Highly efficient blue organic light-emitting devices based on improved guest/host combination. *Journal of Physical Chemistry C*, 112(31), 12024–12029.
- He, Q., Yuan, T., Wei, S., Haldolaarachchige, N., Luo, Z., Young, D. P., Khasanov, A., & Guo, Z. (2012). Morphology- and phase-controlled iron oxide nanoparticles stabilized with maleic anhydride grafted polypropylene. *Angewandte Chemie - International Edition*, 51(35), 8842–8845.
- He, F., Tian, L., Xie, W., Li, M., Gao, Q., Hanif, M., Zhang, Y., Cheng, G., Yang, B., Ma, Y., Liu, S., & Shen, J. (2008). Highly efficient blue organic light-emitting devices based on improved guest/host combination. *Journal of Physical Chemistry C*, 112(31), 12024–12029.
- Hoppe, H., & Sariciftci, N. S. (2004). Organic solar cells: An overview. *Journal of Materials Research*, 19(7), 1924–1945.
- Huang, X., Qi, X., Boey, F., & Zhang, H. (2012). Graphene-based composites. *Chemical Society Reviews*, 41(2), 666–686.

- Kaczmarek, M. T., Zabiszak, M., Nowak, M., & Jastrzab, R. (2018). Lanthanides: Schiff base complexes, applications in cancer diagnosis, therapy, and antibacterial activity. In *Coordination Chemistry Reviews*, 370, 42–54.
- Krátký, M., Vinšová, J., Volková, M., Buchta, V., Trejtnar, F., & Stolaříková, J. (2012). Antimicrobial activity of sulfonamides containing 5-chloro-2-hydroxybenzaldehyde and 5-chloro-2-hydroxybenzoic acid scaffold. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 50, 433–440.
- Orhan, R., Aydoğmuş, E., Topuz, S., & Arslanoğlu, H. (2021). Investigation of thermo-mechanical characteristics of borax reinforced polyester composites. *Journal of Building Engineering*, 42, 103051.
- Randrianjatovo-Gbalou, I., Girbal-Neuhauser, E., & Marcato-Romain, C. E. (2016). Quantification of biofilm exopolysaccharides using an in situ assay with periodic acid-Schiff reagent. *Analytical Biochemistry*, 500, 12–14.
- Saegusa, Y., Sekiba, A., & Nakamura, S. (n.d.). Synthesis and Characterization of Novel 1,3,4-Oxadiazole- or 1,3,4-Thiadiazole-Containing Wholly Conjugated Polyazomethines.
- Sanyal, R., Dash, S. K., Kundu, P., Mandal, D., Roy, S., & Das, D. (2016). Novel bioinspired acetato-bridged dinuclear nickel(II)-Schiff-base complex: Catechol oxidase and in vitro biological activity studies. *Inorganica Chimica Acta*, 453, 394–401.
- Shah, F., Muhammad, H., Naemullah, & Ullah, A. (2016). Multivariate optimization of “in capillary-Schiff’s base functionalized magnetic nanoparticle based microextraction” of Pb²⁺: A novel synergistic approach. *Talanta*, 154, 228–236.
- Shoair, A. F., El-Shobaky, A. R., & Abo-Yassin, H. R. (2015). Synthesis, spectroscopic characterization, catalytic and antibacterial studies of ruthenium(III) Schiff base complexes. *Journal of Molecular Liquids*, 211, 217–227.
- Stankovich, S., Dikin, D. A., Dommett, G. H. B., Kohlhaas, K. M., Zimney, E. J., Stach, E. A., Piner, R. D., Nguyen, S. B. T., & Ruoff, R. S. (2006). Graphene-based composite materials. *Nature*, 442(7100), 282–286.
- Su, Q., Niu, Q., Sun, T., & Li, T. (2016). A simple fluorescence turn-on chemosensor based on Schiff-base for Hg²⁺-selective detection. *Tetrahedron Letters*, 57(38), 4297–4301.
- Wang, H., Xu, Z., Yi, H., Wei, H., Guo, Z., & Wang, X. (2014). One-step preparation of single-crystalline Fe₂O₃ particles/graphene composite hydrogels as high performance anode materials for supercapacitors. *Nano Energy*, 7, 86–96.
- Xu, Y., Zhu, Y., Liu, Y., & Wang, C. (2013). Electrochemical performance of porous carbon/tin composite anodes for sodium-ion and lithium-ion batteries. *Advanced Energy Materials*, 3(1), 128–133.
- Yanen, C., & Aydoğmuş, E. (2021). Characterization of Thermo-Physical Properties of Nanoparticle Reinforced the Polyester Nanocomposite. *Dicle University Journal of the Institute of Natural and Applied Science*, 10(2), 121–132.

Yang, B., Pan, J., Meng, X., Cao, J., Li, Y., Xiao, F., & Li, D. (2016). Tetracopper complexes with two-mode cubane-like Cu_4O_4 core from similar hydroxyl-rich salicylaldehyde Schiff bases: Structure and magnetic properties. *Polyhedron*, 110, 182–187.

KINETICS and ISOTHERMS of ULTRASOUND-ASSISTED CATIONIC DYE ADSORPTION onto BENTONITE

Hakan ÇİFTÇİ

Department of Mining Engineering, Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey.

ORCID NO: 0000-0001-7910-7350

ABSTRACT

Ultrasound-assisted (UA) adsorption is one of the most useful and novel processes to remove various pollutants from aqueous media. In this study, kinetics and isotherms of the UA-adsorption of methylene blue (MB) onto bentonite sample were investigated. Effects of contact time, MB initial concentration, and temperature on the UA-adsorption characteristics were investigated. Ultrasound irradiation significantly affected the adsorption capacity of the bentonite samples at the beginning of the process. Langmuir isotherm model and pseudo-second-order kinetic model with higher correlation coefficients were found to be more suitable to explain the adsorption mechanism of the MB cations onto bentonite. The experimental results obtained showed that the adsorption mechanism was monolayer and endothermic. Maximum adsorption capacity of the bentonite sample at 25°C was calculated from Langmuir isotherm data to be as 500 mg/g.

Keywords: Adsorption, Ultrasound, Bentonite, Montmorillonite, Methylene blue.

1. INTRODUCTION

Adsorption, one of the most useful industrial processes, is generally used for water purification, pharmaceuticals (drug loading), air pollution masks, separation of noble gases by Dewar's flask process, removal of moisture, froth flotation, and ion exchange applications. Apart from adsorption, there are several techniques such as chemical precipitation [1], membrane processes (ultra-filtration, reverse osmosis, electro-dialysis) [2], bio-sorption [3], coagulation/flocculation [4], ozonation [5] for removal of various species from wastewaters. Conventional (C) adsorption (stirring or shaking) is the most preferred method because of its easy operation and low-cost advantages. In this respect, various inorganic and organic materials such as nanomaterials [6-7], activated carbon [8-9], zeolite [10-11], polymers [12], resins [13-14], and silica gel [15] are generally used as adsorbent. Low-cost and readily available adsorbents should be evaluated because of some adsorbents' high cost and regeneration difficulties, especially activated carbon and nanomaterials [16-17]. In this context, clay minerals, especially bentonite, have attracted great interest for the uptake of various species [18-20]. There are many studies showing adsorption characteristics of raw and modified bentonites. For example, removal of methylene blue (MB) from aqueous media by organo-bentonite [21], adsorption of MB on chitosan/bentonite [22], adsorption of 5-fluorouracil on bentonite [23], removal of lead (III) from aqueous solutions by bentonite [24] were investigated and reported.

Ultrasound-assisted (UA) adsorption is one of the newest techniques. Researchers have recently partially studied UA-adsorption [25-27]. Ultrasound is a sound wave at a frequency above 18 kHz (highest limit of human hearing) [25, 28]. Most studies reported in the literature used a bath as a source of ultrasound irradiation, and the irradiation was maintained throughout the adsorption process [28-30]. As a different method, probes that provide stronger ultrasound irradiation can be used instead of the baths to obtain higher adsorption amounts quickly. Only two of the reported studies used this method, and as a result, it was determined that the adsorption equilibrium time was decreased [31-32].

UA-adsorption of methylene blue onto bentonite was investigated in this study. Kinetics and isotherms of the UA-adsorption process were investigated to explain adsorption mechanism.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materials

Bentonite sample was obtained from Karben Bentonite Cooperation located in Reşadiye, Tokat, Turkey. Methylene blue ($C_{16}H_{18}ClN_3S$), sodium hydroxide (NaOH, >99%), and hydrochloric acid (HCl, 36%) were purchased from Merc Millopore Cooperation.

2.2. Methods

2.2.1. Characterization studies

Mineralogical components of the bentonite sample were determined by X-ray diffraction (XRD) pattern using a Shimadzu XRD-6000 device. Zeta potential (ζ) is the measurable electric charge on the surface of a solid particle in an aqueous media. It determines the electrostatic forces between particles and, therefore, the stability of a colloidal system [33]. ζ analysis was performed in 10^{-2} M NaCl solution using Malvern Nano-Z model zeta-meter device as described in the previous study [34].

2.2.2. Batch adsorption experiments

Bentonite sample was dried at 35°C for 24 h and then ground for 2 min using a ring mill before batch adsorption experiments. 50 mL of MB solution was added into a 100 mL beaker containing 0,1 g of ground bentonite sample. The prepared mixture was immediately dispersed using Hielscher UP400S ultrasonic homogenizer for 1 min at 280 Watts, and then the pH of the mixture was adjusted using diluted HCl and NaOH solutions. Finally, the mixture was transferred into an Erlenmeyer flask and shaken using a GFL-1086 shaking water bath at 140 rpm for 180 min. After that, the adsorbent was separated from the solution by centrifuge for 30 min at 9000 rpm using 25 mL centrifuge tubes. The remained solution was analyzed for the residual MB determination by Shimadzu UV-1240 spectrophotometer at 664 nm wavelength.

3. RESULTS and DISCUSSION

3.1. Characterization of bentonites

The XRD pattern (Fig. 1) revealed that the bentonite sample mostly consisted of montmorillonite and a small amount of gang minerals such as feldspar, calcite, quartz, opal (C-T), clinoptilolite (zeolite), and mica. The sample displayed characteristic reflection (2θ : 7.07°) with the d_{001} basal spacings of 12.4 Å. This reflection can be attributed to the presence of Na^+ -rich smectites (montmorillonite, nontronite, and saponite) [33, 35-36].

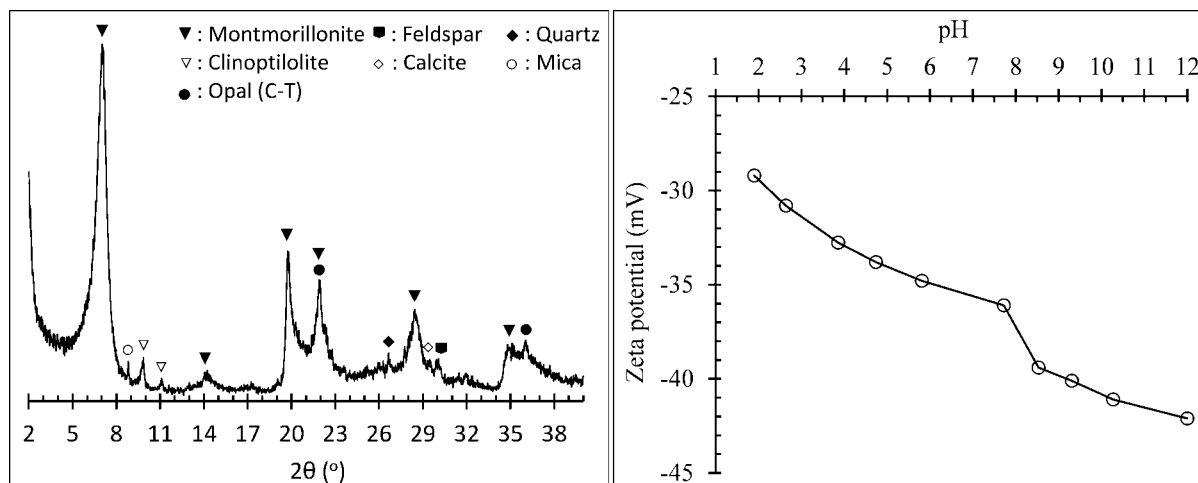


Figure 1. XRD pattern (left) and zeta potential profile (right) of the bentonite sample.

Zeta potential (ζ) measurements as a function of pH (Fig. 1) revealed that the surface electrokinetic of bentonite is negatively charged and pH-dependent. This can be explained by bentonites' high cation exchange capacity and the consequent penetration of hydronium ions into the interlayers of clay minerals [7]. Maximum ζ value at pH 12 were measured as -42.1 mV. The higher the ζ value, the higher the adsorption capacity, as the adsorption capacity is highly dependent on the surface area and surface electro charge. Therefore, adsorption experiments were performed at pH 12, where the electrostatic attraction forces between cationic MB molecules and negatively charged bentonite adsorbents reached their maximum [37-38].

3.2. Batch adsorption experiments

3.2.1. Adsorption kinetics and isotherms

Adsorption performance of bentonite sample depending on contact time, initial MB concentration, and temperature are given in Fig. 2. Adsorbent concentration, pH, and temperature were kept constant as 2.0 g/L, 12, and 25°C, respectively, while investigating the adsorption performance as a function of contact time and MB initial concentration. Adsorbent concentration, pH, and contact time were kept constant as 2.0 g/L, 12, and 60 min, respectively, while investigating the adsorption performance as a function of temperature and MB initial concentration. Figure 2-right revealed that the MB uptake was very rapid during the first 5 min and then slowed down until the equilibrium time was reached [37]. Due to the decreased MB concentration and active sites, a significant decrease in the MB adsorption rate occurred quickly [39]. With the increase of the initial MB concentrations, the adsorption capacity also increased at certain rates. This can be explained by the higher mass transfer rate resulting from the increased driving force [40]. The initial MB concentration provided a driving force to overcome the mass transfer resistance in the adsorption process. In addition, it was found that the curves reached equilibrium in about 30-60 min and the initial MB concentration did not affect the equilibrium time. According to this result, it can be said that MB adsorption on the bentonite surface occurs in a monolayer [6, 40-42].

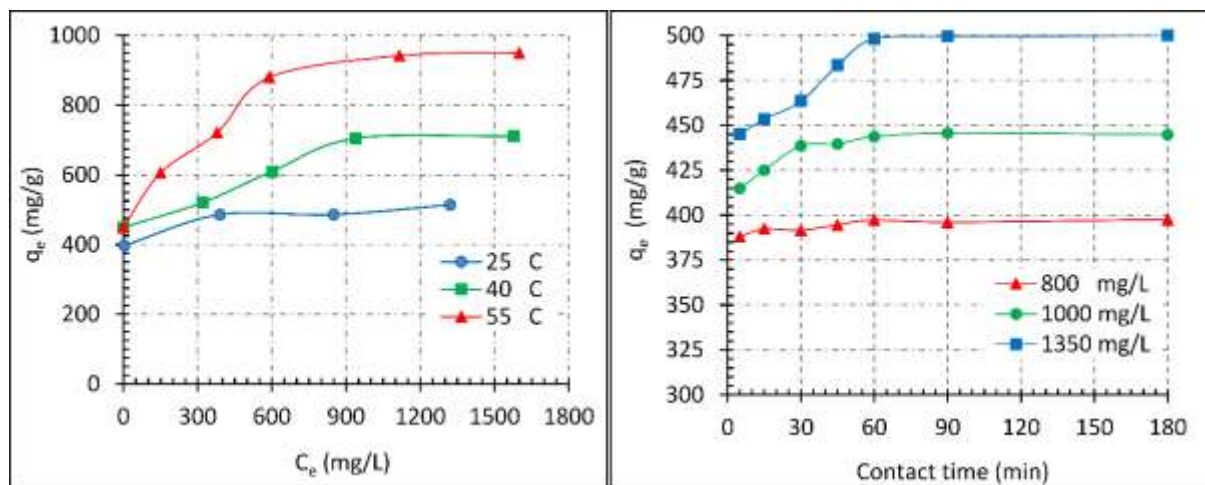


Figure 2. Effect of temperature, MB initial concentration, and contact time on the adsorption performance.

Adsorption kinetics is used to estimate the time required for the adsorbate concentration at the interface and in solution to reach an equilibrium. Two physicochemical parameters, such as adsorption rate (k) and equilibrium adsorption capacity (q_e), should be examined to understand the mechanism. Adsorption kinetics were investigated by fitting the data to pseudo-first-order and pseudo-second-order kinetic models. Linear forms of first- and second-order kinetic models were given in Equations 1 and 2, respectively [40].

$$\log(q_e - q_t) = \log(q_e) - \frac{k_1}{2.303} t \quad (1)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{h} + \left(\frac{1}{q_e}\right)t \quad (h=k_2 \cdot q_e^2) \quad (2)$$

where q_e is the adsorption amount at equilibrium (mg/g), q_t is the adsorption amount at any time (mg/g), k_1 is the Lagergren adsorption rate constant ($1/(\text{mg} \cdot \text{min})$), and k_2 is the second-order kinetic model rate constant ($\text{g}/(\text{mg} \cdot \text{min})$).

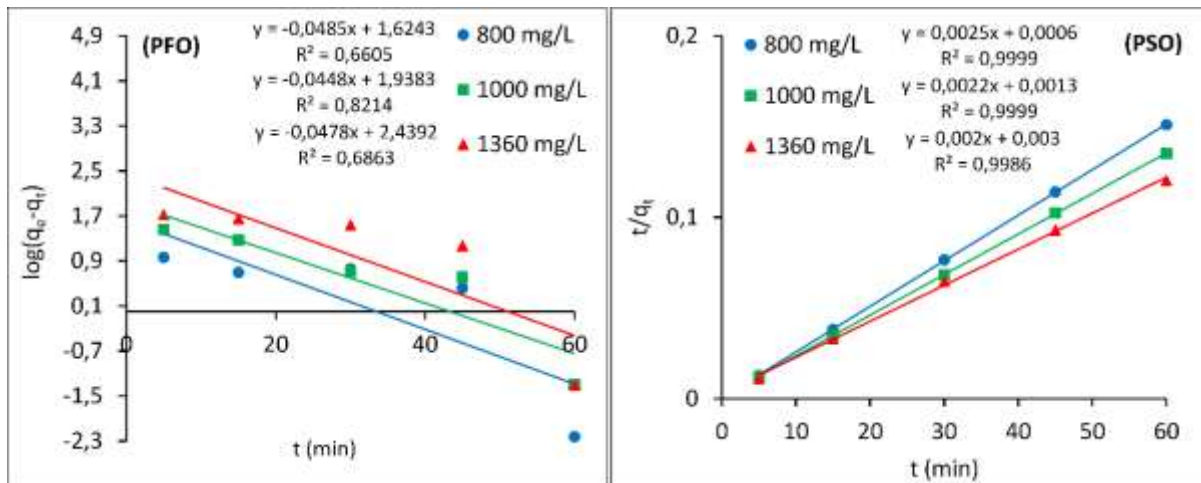


Figure 3. Linearized kinetic models of the adsorption of MB onto bentonite (PFO: pseudo-first-order, PSO: pseudo-second-order).

The $k_1/2.303$ and $\log(q_e)$ values were found from the slope and intercept of the plot of $\log(q_e - q_t)$ versus t (Fig. 3 (PFO)). $1/q_e$ and $1/k_2 q_e^2$ values were found from the slope and intercept of the plot of t/q_t versus t (Fig. 3 (PSO)).

The validity of the kinetic models was confirmed by the fit of the correlation coefficients (R^2) and the agreement between the experimental and calculated values of adsorption capacities. The obtained kinetic parameters (Table 1) revealed that the calculated adsorption capacities (q_e, cal) from the pseudo-second-order model were very close to the experimental adsorption capacities (q_e, exp). The pseudo-second-order model also displayed higher correlation coefficients.

Consequently, it can definitely be said that UA-adsorption of MB onto bentonites follows the pseudo-second-order kinetic model, which has been used successfully for the adsorption of dyes, metals, oils, and organic substances [44-45].

Table 1. Kinetic parameters for UA-adsorption of MB onto the bentonite.

| C_0 , (mg/L) | q_e , exp. (mg/g) | Pseudo-first-order kinetic model | | | Pseudo-second-order kinetic model | | |
|-------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------|--------|------------------------------------------------------|------------------------|--------|
| | | k_1 (min^{-1}) | q_e , cal. (mg/g) | R^2 | k_2 ($\text{g}/(\text{mg} \cdot \text{min})$) | q_e , cal. (mg/g) | R^2 |
| 800 | 397.4 | 0.1117 | 42.1 | 0.6605 | 0.01042 | 400.0 | 0.9999 |
| 1000 | 443.8 | 0.1032 | 86.8 | 0.8214 | 0.00372 | 454.6 | 0.9999 |
| 1360 | 498.3 | 0.1101 | 274.9 | 0.6863 | 0.00013 | 500.0 | 0.9986 |

One of the best ways to understand the affinity of an adsorbate for an adsorbent and its adsorption mechanism is to investigate adsorption isotherms (Figure 2-left). The adsorption capacity increased with increasing temperature, indicating that the adsorption of MB cations onto bentonite is an endothermic phenomenon. The same results for the adsorption of MB onto bentonites were also reported by previous studies [44, 46]. It is also essential to investigate the shape of the isotherm, which provides information about adsorbate-adsorbent interactions. The isotherm curve of the bentonite sample is similar to the “L-2” type adsorption isotherm in the Giles classification system [47]. The L-type isotherm generally shows a relatively high affinity between adsorbate and adsorbent [21], related to electrostatic attraction forces.

Langmuir and Freundlich models were employed to investigate the isotherm data. Langmuir isotherms assume that adsorption occurs as a monolayer onto the homogeneous surface of an adsorbent with a finite number of active sites [48]. This isotherm cannot clearly explain the equilibrium state, especially in heterogeneous adsorption systems where monolayer adsorption occurs. The linearized Langmuir isotherm model was represented by Equation 3 [49]. Dimensionless separation factor (R_L) given by Equation 4 is essential for the Langmuir model to define the favorability of an adsorption process [45].

$$\frac{c_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max} \cdot K_L} + \frac{1}{q_{max}} c_e \quad (3)$$

$$R_L = \frac{1}{1 + (K_L \cdot c_0)} \quad (4)$$

where K_L is the Langmuir equilibrium constant (L/mg) depending on the binding affinity, q_{max} is the maximum adsorption capacity of the adsorbent (constant, mg/g), c_e is the adsorbate concentration remaining in the solution at equilibrium (mg/L), c_0 gives the initial concentration of the adsorbate in the solution, and q_e is the amount of adsorbed per unit adsorbent at equilibrium (mg/g).

According to the found values of the R_L constant, the following comments can be said about the isotherm. The R_L value indicates the type of adsorption model to be either unfavorable ($R_L > 1$), linear ($R_L = 1$), favorable ($0 < R_L < 1$), or irreversible ($R_L = 0$).

The slope of the line, obtained by transferring the change of c_e/q_e values against c_e values to the graph, gives the value of $1/q_m$, and the cut-off point gives the value of $1/q_m K_L$.

The Freundlich adsorption isotherm is used for heterogeneous surfaces with multilayer adsorption. This isotherm is based on the principle that the amount of adsorbed material will increase gradually at the

beginning. After a while, the rate of adsorption will decrease as a result of the closure of the active areas on the adsorbent surface by the adsorbate. The linear form of the Freundlich model was expressed by Equation 5 [50].

$$\ln(q_e) = \ln(K_f) + \frac{1}{n}\ln(c_e) \quad (5)$$

where K_f is the Freundlich constant related to the adsorption capacity.

When the $\ln(c_e)$ values versus the $\ln(q_e)$ values are plotted, the slope of the drawn curve gives the value of $1/n$ (n is the heterogeneity factor), and the cut gives the value of $\ln(K_f)$. $1/n$ is the heterogeneity factor and takes values in the range of 0-1. The more heterogeneous the surface, the closer to zero the $1/n$ value. A value of “ n ” greater than 1 indicates that the adsorption process is suitable [51].

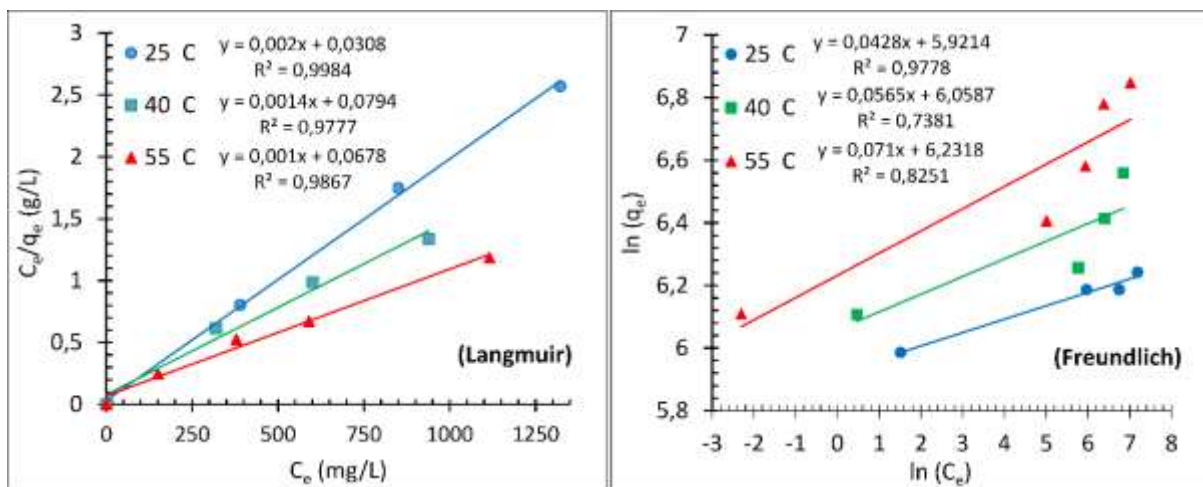


Figure 4. Linearized isotherm models of the adsorption of MB onto bentonite.

Fig. 4 and Table 2 revealed that the Langmuir isotherm model with higher correlation coefficients is more suitable to explain the adsorption of MB cations onto bentonite than the Freundlich isotherm model, confirming the monolayer adsorption. The same results were also found by other studies which investigated the adsorption of MB onto bentonites [44, 52]. Adsorption occurs in specific homogeneous areas on the adsorbent surface, and only one MB cation occupies each of these areas; it can adsorb no more cations on this area. The R_L values calculated by Equation 4 and given in Table 2 were found to be between 0-1, showing that the adsorption of MB cations on bentonites is favorable at the desired level [53]. The maximum MB capacity (q_{max}) of the bentonite calculated from Langmuir graphs (Table 2) were found to be very close to the experimental values.

Table 2. Langmuir and Freundlich isotherm constants for UA-adsorption of MB onto bentonite.

| Temp. (°C) | Langmuir Constants | | | | Freundlich Constants | | | 4. |
|---------------|-----------------------|-------------------|------|--------|----------------------|-------|--------|----|
| | q_{max} , (mg/g) | K_L , (L/mg) | RL | R^2 | K_f , (mg/g) | n | R^2 | |
| 25 | 500.0 | 0.065 | 0.02 | 0.9984 | 372,9 | 23.36 | 0.9778 | |
| 40 | 714.3 | 0.018 | 0.06 | 0.9777 | 427.8 | 17.70 | 0.7381 | |
| 55 | 1000.0 | 0.015 | 0.05 | 0.9867 | 508.7 | 14.08 | 0.8251 | |

CONCLUSIONS

Adsorption experiments revealed that ultrasound waves had a great effect on the adsorption capacity in the early stages. Additionally, adsorption equilibrium time was decreased significantly. In this context, it can be said that the UA-adsorption method described in this study can be performed effectively in continuous adsorption processes to provide higher adsorption amounts in a shorter time. Kinetic studies showed that UA-adsorption of MB onto bentonite follows the pseudo-second-order model with higher correlation coefficients of 0.99. Depending on the contact time at different initial MB concentrations, the experimental results showed monolayer adsorption. Adsorption capacity increased with increasing temperature, which confirmed the endothermic reaction of MB removal by bentonite. Langmuir isotherm model with higher correlation coefficients was found to be more suitable to explain the adsorption of MB cations onto bentonite than the Freundlich isotherm model. Maximum adsorption capacity at 25°C was calculated from Langmuir isotherm data to be as 500 mg/g.

REFERENCES

- [1] L. Altaş, H. Büyükgüngör, Sulfide removal in petroleum refinery wastewater by chemical precipitation, *J. Hazard. Mater.* 153 (2008) 462-469. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.08.076>.
- [2] N.N.R. Ahmad, W.L. Ang, C.P. Leo, A.W. Mohammad, N. Hilal, Current advances in membrane technologies for saline wastewater treatment: A comprehensive review, *Desalination* 517 (2021) 115170. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2021.115170>.
- [3] F. Almomani, R.R. Bhosale, Bio-sorption of toxic metals from industrial wastewater by algae strains *Spirulina platensis* and *Chlorella vulgaris*: Application of isotherm, kinetic models and process optimization, *Sci. Total Environ.* 755(2) (2021) 142654. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142654>.
- [4] C. Zhao, J. Zhou, Y. Yan, L. Yang, G. Xing, H. Li, P. Wu, M. Wang, H. Zheng, Application of coagulation/flocculation in oily wastewater treatment: A review, *Sci. Total Environ.* 765, (2021) 142795. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142795>.
- [5] C.G. Joseph, Y.Y. Farm, Y.H. Taufiq-Yap, C.G. Pang, J.L.H. Nga, G.L. Puma, Ozonation treatment processes for the remediation of detergent wastewater: A comprehensive review, *J. Environ. Chem. Eng.* 9 (5) (2021) 106099. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106099>
- [6] H. Çiftçi, B. Ersoy, A. Evcin, Synthesis, characterization and Cr(VI) adsorption properties of modified magnetite nanoparticles, *Acta Phys. Pol.* 132 (3) (2017) 564-569.

<https://doi.org/10.12693/APhysPolA.132.564>

- [7] H. Çiftçi, B. Ersoy, A. Evcin, Pillared magnetite/clay structures as a function of Ctab and Teos concentrations, *Emerg. Mater. Res.* 9 (1) (2020) 24-30. <https://doi.org/10.1680/jemmr.18.00148>
- [8] Q.N. Han, J. Wang, B.A. Goodman, J.K. Xie, Z.G. Liu, High adsorption of methylene blue by activated carbon prepared from phosphoric acid treated eucalyptus residue, *Powder Technol.* 366 (2020) 239-248. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.02.013>
- [9] Q.X. Liu, Y.R. Zhou, M. Wang, Q. Zhang, T. Ji, T.Y. Chen, D.C. Yu, Adsorption of methylene blue from aqueous solution onto viscose-based activated carbon fiber felts: Kinetics and equilibrium studies, *Adsorp. Sci. Technol.* 37 (3-4) (2019) 312-332. <https://doi.org/10.1177/0263617419827437>
- [10] A.K. Mosai, L. Chimuka, E.M. Cukrowska, I.A. Kotzé, H. Tutu, The recovery of Platinum (IV) from aqueous solutions by hydrazine-functionalized zeolite, *Miner. Eng.* 131 (2019) 304-312. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.11.028>.
- [11] I.W. Nah, K.Y. Hwang, C. Jeon, H.B. Choi, Removal of Pb ion from water by magnetically modified zeolite, *Miner. Eng.* 19 (14) (2006) 1452-1455. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2005.12.006>.
- [12] C.L. Yu, F. Bian, S.F. Zhang, X. Xu, P. Ren, F.C. Wang, F.A. Zhang, Preparation of the monodispersed carboxyl-functionalized polymer microspheres with disproportionated rosin moiety and adsorption of methylene blue. *Ads. Sci. Technol.* 36 (5-6) (2018) 1260-1273. <https://doi.org/10.1177/0263617418766774>
- [13] M.A. Khan, Z.A. AL Othman, M. Naushad, M.R. Khan, M. Luqman, Adsorption of methylene blue on strongly basic anion exchange resin (Zeolite DMF): kinetic, isotherm, and thermodynamic studies, *Desalination Water Treat.* 53 (2) (2015) 515-523. <https://doi.org/10.1080/19443994.2013.838527>
- [14] O. Kerkez, S.S. Bayazit, H.A. Uslu, Comparative study for adsorption of methylene blue from aqueous solutions by two kinds of amberlite resin materials, *Desalination Water Treat.* 45 (1-3) (2012) 206-214. <https://doi.org/10.1080/19443994.2012.692057>
- [15] A.K. Kushwaha, N. Gupta, M.C. Chattopadhyaya, Enhanced adsorption of methylene blue on modified silica gel: equilibrium, kinetic, and thermodynamic studies, *Desalination Water Treat.* 52 (22-24) (2014) 4527-4537. <https://doi.org/10.1080/19443994.2013.803319>
- [16] L. Pardo, J.A. Cecilia, C. Lopez-Moreno, V. Hernandez, M. Pozo, M.J. Bentabol, F. Franco, Influence of the structure and experimental surfaces modifications of 2:1 clay mineral on the adsorption properties of methylene blue, *Minerals* 8 (8) (2018) 359. <https://doi.org/10.3390/min8080359>
- [17] M.T. Amin, A.A. Alazba, M. Shafiq, Adsorptive removal of reactive black 5 from wastewater using bentonite clay: isotherms, kinetics and thermodynamics, *Sustainability* 7 (2015) 15302-15318.
- [18] S. Rahmani, B. Zeynizadeh, S. Karami, Removal of cationic methylene blue dye using magnetic and anionic cationic modified montmorillonite: kinetic, isotherm and thermodynamic studies, *Appl. Clay Sci.* 184 (2020) 105391. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2019.105391>
- [19] A. Ramesh, H. Hasegawa, T. Maki, K. Ueda, Adsorption of inorganic and organic arsenic from aqueous solutions by polymeric Al/Fe modified montmorillonite, *Sep. Purif. Technol.* 56 (2007) 90-100.
- [20] R. Rezaei, M. Massinaei, A. Zeraatkar Moghaddam, Removal of the residual xanthate from flotation plant tailings using modified bentonite, *Miner. Eng.* 119 (2018) 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.01.012>.

- [21] M. Bergaoui, A. Nakhli, Y. YBenguerba, M. Khalfaoui, A. Erto, F.E. Soetaredjo, S. Ismadji, B. Ernst, Novel insights into the adsorption mechanism of methylene blue onto organo-bentonite: Adsorption isotherms modeling and molecular simulation, *J. Mol. Liq.* 272 (2018) 697-707. doi.org/10.1016/j.molliq.2018.10.001.
- [22] Y. Bulut, H. Karaer, Adsorption of methylene blue from aqueous solution by crosslinked chitosan/bentonite composite, *J. Dispers. Sci. Technol.* 36 (1) (2015) 61-67. https://doi.org/10.1080/01932691.2014.888004
- [23] F.H. Lin, Y.H. Lee, C.H. Jian, J.M. Wong, M.J. Shieh, C.Y. Wang, A study of purified montmorillonite intercalated with 5-fluorouracil as drug carrier, *Biomaterials.* 23 (9) (2002) 1981-1987. https://doi.org/10.1016/S0142-9612(01)00325-8.
- [24] M. Belhadri, A. Mokhtar, S. Meziani, F. Belkhadem, M. Sassi, A. Bengueddach, Novel low-cost adsorbent based on economically modified bentonite for lead(II) removal from aqueous solutions, *Arab J Geosci.* 12 (2019) 88. https://doi.org/10.1007/s12517-019-4232-4
- [25] M. Breitbach, D. Bathen, Influence of ultrasound on adsorption processes, *Ultrason. Sonochem.* 8 (2001) 277-283. doi.org/10.1016/s1350-4177(01)00089-x
- [26] L. Iglesias, M.G. Álvarez, R.J. Chimentão, J.L. Leganés, F. Medina, On the role of ultrasound and mechanical stirring for iodide adsorption by calcined layered double hydroxides, *Appl. Clay Sci.* 91 (2014) 70–78. http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2014.02.012
- [27] S.K. Low, M.C. Tan, N.L. Chin, Effect of ultrasound pre-treatment on adsorbent in dye adsorption compared with ultrasound simultaneous adsorption, *Ultrason. Sonochem.* 48 (2018) 64-70. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.05.024
- [28] Z. Dankova, A. Mockovčiaková, S. Dolinská, Influence of ultrasound irradiation on cadmium cations adsorption by montmorillonite, *Desalination Water Treat.* 52 (2014) 5462-5469. https://doi.org/10.1080/19443994.2013.814006
- [29] O. Acisli, A. Khataee, S. Karaca, M. Sheydaei, Modification of nanosized natural montmorillonite for ultrasound enhanced adsorption of Acid Red 17, *Ultrason. Sonochem.* 31 (2016) 116-121. http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.12.012
- [30] A. Hassani, R.D.C. Soltani, M. Kırınçan, S. Karaca, C. Karaca, A. Khataee, Ultrasound-assisted adsorption of textile dyes using modified nanoclay: Central composite design optimization, *Korean J. Chem. Eng.* 33 (1) (2016) 178-188. https://doi.org/10.1007/s11814-015-0106-y
- [31] W. Zhang, Y. Liang, J. Wang, Y. Zhang, Z. Gao, Y. Yang, K. Yang, Ultrasound-assisted adsorption of Congo red from aqueous solution using Mg-Al-CO₃ layered double hydroxide, *Appl. Clay Sci.* 174 (2019) 100-109. https://doi.org/10.1016/j.clay.2019.03.025
- [32] G. Jing, Z. Zhou, L. Song, M. Dong, Ultrasound enhanced adsorption and desorption of chromium (VI) on activated carbon and polymeric resin, *Desalination* 279 (2011) 423-427.
- [33] H. Çiftçi, B. Ersoy, A. Evcin, Purification of Turkish bentonites and investigation of the contact angle, surface free energy and zeta potential profiles of organo-bentonites as a function of ctab concentration, *Clays Clay Miner.* 68 (3) (2020) 250-261. https://doi.org/10.1007/s42860-020-00070-0
- [34] H. Çiftçi, M.D. Arpa, I.M. Gülaçar, L. Ozcan, B. Ersoy, Development and evaluation of mesoporous montmorillonite/magnetite nanocomposites loaded with 5-Fluorouracil, *Microporous Mesoporous Mater.* 303 (2020) 110253. https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2020.110253
- [35] G. Brown, G.W. Brindley, X-ray diffraction procedures for clay mineral identification, in: G.W. Brindley, G. Brown, (Eds.), *Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification*,

Mineralogical Society of Great Britain and Ireland, London, 1980, pp. 305-360.

- [36] G. Lagaly, I. Dekany, Colloid clay science, in: G. Lagaly, F. Bergaya (Eds.), *Developments in Clay Science*, Elsevier, The Netherlands, 2013, pp. 243–345.
- [37] C.A.P. Almeida, N.A. Debacher, A.J. Downs, C.L. Cotteta, A.D. Mello, Removal of methylene blue from colored effluents by adsorption on montmorillonite clay, *J. Colloid Interface Sci.* 332 (2009) 46-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2008.12.012>
- [38] Y. Yang, W. Yu, S. He, S. Yu, Y. Chen, L. Lu, Z. Shu, Z. Cui, Y. Zhang, H. Jin, Rapid adsorption of cationic dye-methylene blue on the modified montmorillonite/graphene oxide composites, *Appl. Clay Sci.* 168 (2019) 304–311. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.11.013>
- [39] Z. Heidarinejad, O. Rahmanian, M. Fazlzadeh, M. Heidari, Enhancement of methylene blue adsorption onto activated carbon prepared from date press cake by low frequency ultrasound, *J. Mol. Liq.* 264 (2018) 591-599. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.05.100>
- [40] H. Çiftçi, B. Ersoy, Adsorption of Cr(VI) Ions on magnetite nano-particles (Fe₃O₄): kinetic and thermodynamic studies, *El-Cezeri J. Sci. Engin.* 3 (3) (2016) 417-427. <https://doi.org/10.31202/ecjse.258568>
- [41] R. L.M. Pandey, Enhanced adsorption capacity of designed bentonite and alginate beads for the effective removal of methylene blue, *Appl. Clay Sci.* 169 (2019) 102–111. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2018.12.019>
- [42] M.L.F.A. De Castro, M.L.B. Abad, D.A.G. Sumalinog, R.R.M. Abarca, Paoprasert, M.D.G. P. de Luna, Adsorption of Methylene Blue dye and Cu(II) ions on EDTA modified bentonite: Isotherm, kinetic and thermodynamic studies, *Sustain. Environ. Res.* 28 (5) (2018) 197-205. <https://doi.org/10.1016/j.serj.2018.04.001>
- [43] Y.S. Ho, G. McKay, Pseudo-second order model for sorption processes, *Process Biochem.* 34 (5) (1999) 451-465. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(98\)00112-5](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(98)00112-5)
- [44] I. Feddal, A. Ramdani, S. Taleb, E.M. Gaigneaux, N. Batis, N. Ghaffour, Adsorption capacity of methylene blue, an organic pollutant, by montmorillonite clay, *Desalination Water Treat.* 52 (2014) 2654-2661. <https://doi.org/10.1080/19443994.2013.865566>
- [45] J. Chang, J. Ma, Q. Ma, D. Zhang, N. Qiao, M. Hu, H. Ma, Adsorption of methylene blue onto Fe₃O₄/activated montmorillonite nanocomposite, *Appl. Clay Sci.* 119 (2016) 132-140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2015.06.038>
- [46] S. Hong, C. Wen, J. He, F. Gan, Y.S. Ho, Adsorption thermodynamics of methylene blue onto bentonite, *J. Hazard. Mater.* 167 (2009) 630-633. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.01.014>
- [47] C.H. Giles, D. Smith, A. Huitson, A general treatment and classification of the solute adsorption isotherm, I. Theoretical, *J. Colloid Interface Sci.* 47 (1974) 755-765. [https://doi.org/10.1016/0021-9797\(74\)90252-5](https://doi.org/10.1016/0021-9797(74)90252-5)
- [48] H. Dai, Y. Huang, H. Huang, Eco-friendly polyvinyl alcohol/carboxymethyl cellulose hydrogels reinforced with graphene oxide and bentonite for enhanced adsorption of methylene blue, *Carbohydr. Polym.* 185 (2018) 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.12.073>
- [49] I. Langmuir, The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum, *J. Am. Chem. Soc.* 40 (9) (1918) 1361-1403. <https://doi.org/10.1021/ja02242a004>
- [50] H.M.F. Freundlich, Over the adsorption in solution, *Am. J. Phys. Chem.* 57 (385) (1906) 292. <https://doi.org/10.4236/ss.2011.24042>
- [51] S. Kang, Y. Zhao, W. Wang, T. Zhang, T. Chen, H. Yi, F. Rao, S. Song, Removal of methylene blue

from water with montmorillonite nanosheets/chitosan hydrogels as adsorbent, *Appl. Surf. Sci.* 448 (2018) 203-211. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.04.037>.

[52] S. Sonawane, P. Chaudhari, S. Ghodke, S. Ambade, S. Gulig, A. Mirikar, A. Bane, Combined effect of ultrasound and nano clay on adsorption of phenol, *Ultrason. Sonochem.* 15 (2008) 1033-1037. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2008.03.006>

[53] M.S. Chiou, Equilibrium and kinetic modeling of adsorption of reactive dye on cross linked chitosan beds, *Chemosphere* 50 (2002) 1095-1105.

REVEALING A SMALL COLLECTION OF MOTH SPECIES (LEPIDOPTERA) FROM RIZE AND ARTVIN PROVINCES, NORTH-EASTERN BLACK SEA REGION OF TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Erdem SEVEN

Batman University, Faculty of Tourism, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Batman, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-7587-5341

ABSTRACT

Twenty-two moth specimens were investigated on families of Geometridae, Lasiocampidae, Noctuidae, Erebidae, Sphingidae in Rize and Artvin Provinces, north-eastern Turkey. Totally, 8 species in Rize and 2 species in Artvin have been reported for the first time. Studied materials of these species are presented. Adult males of *Epirrita dilutata* ([Denis & Schiffermüller], 1775) and *Hypena proboscidalis* (Linnaeus, 1758) are illustrated.

Keywords: Moth, Lepidoptera, Rize, Artvin, Black Sea Region, Turkey

INTRODUCTION

Lepidoptera species have various in-size and their bodies are covered with scales. Members of the Lepidoptera order have a tremendous variety in behavior, nutrition, and habitat. Except for Antarctica, they live in other all known habitat types. In Turkey, almost six thousand Lepidoptera species are known (Koçak and Kemal, 2018).

Studies on Lepidoptera fauna in the Black Sea Region are as follows: Mann (1859, 1861), Schwingenschuss (1939a, 1939b), Seven (1991, 1995), Koçak and Seven (1991), Akbulut et al. (2003), Özdemir (2007, 2016, 2019), Can (2008), Okyar et al. (2009), Kaygın et al. (2009), Okyar (2010, 2012), Göktürk (2011), Akkuzu et al. (2015). The majority of these studies were conducted in the Central and Western Black Sea Region. However, there are a few studies on Lepidoptera species of the Eastern Black Sea Region. Can (2008) determined 76 Geometridae moths from the Middle and Eastern Black Sea Regions of Turkey. Göktürk (2011) presented 192 butterfly and moth species in 15 families from Artvin province. Okyar (2010) documented 31 geometrid moths from the Ayder Plateau of the eastern Black Sea Region of Turkey.

In this study, a collection of Lepidoptera specimens gathered from Rize and Artvin, the provinces of the Eastern Black Sea Region, were evaluated. Totally, 22 species are determined. Thus, contributions were made to the Eastern Black Sea Lepidoptera fauna and the distribution of the species.

MATERIAL AND METHODS

The specimens were caught from Rize, Pokut plateau, and Artvin, Karagöl, in 2019 with UV light traps. The samples packed in the field were pinned and labeled in the laboratory. Species were diagnosed by studies of Freina and Witt (1986), Leraut (2009), Hausmann and Viidaleep (2012), Lödl et al. (2012). The materials are deposited in the collection of Batman University, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Entomology Laboratory.

RESULTS

Family Geometridae Leach, 1815

Alcis repandata (Linnaeus, 1758) Studied material. 1♂, Rize, Pokut plateau, 07.vii.2019.

Chloroclysta citrata (Linnaeus, 1761) Studied material. 1♀ 2♂♂, Rize, Pokut plateau, 06.vii.2019.

Colotois pennaria (Linnaeus, 1761) Studied material. 2♀♀ Artvin, Karagöl, 20.x.2019.

Epirrita dilutata ([Denis & Schiffermüller], 1775) (Fig. 1a) Studied material. 2♀♀ 4♂♂, Artvin, Karagöl, 19.x.2019.

Glossotrophia diffinaria Prout, 1913 Studied material. 1♀ 2♂♂, Rize, Pokut plateau, 06.vii.2019.

Scopula incanata (Linnaeus, 1758) Studied material. 1♀ 2♂♂, Rize, Pokut plateau, 06.vii.2019.

Family Lasiocampidae Harris, 1841

Dendrolimus pini (Linnaeus, 1758) Studied material. 2♂♂, Rize, Pokut plateau, 07.vii.2019.

Lasiocampa quercus (Linnaeus, 1758) Studied material. 2♂♂, Artvin, Karagöl, 19-20.x.2019.

Family Noctuidae Latreille, 1809

Agrochola lactiflora (Draudt, 1934) Studied material. 1♂, Artvin, Karagöl, 20.x.2019.

Agrotis bigramma (Esper, [1790]) Studied material. 1♀, Artvin, Karagöl, 20.x.2019.

Agrotis ipsilon (Hufnagel, 1766) Studied material. 3♂♂, Rize, Pokut plateau, 06-07.vii.2019.

Caradrina clavipalpis (Scopoli, 1763) Studied material. 2♂♂, Rize, Pokut plateau, 06.vii.2019.

Euplexia lucipara (Linnaeus, 1758) Studied material. 1♀ 1♂, Rize, Pokut plateau, 07.vii.2019.

Noctua fimbriata (Schreber, 1759) Studied material. 1♂, Rize, Pokut plateau, 07.vii.2019.

Noctua pronuba (Linnaeus, 1758) Studied material. 1♀ 2♂♂, Rize, Pokut plateau, 06-07.vii.2019.

Noctua orbona (Hufnagel, 1766) Studied material. 3♂♂, Rize, Pokut plateau, 06-07.vii.2019.

Ochropleura plecta (Linnaeus, 1761) Studied material. 1♂, Rize, Pokut plateau, 07.vii.2019.

Polia nebulosa (Hufnagel, 1766) Studied material. 1♂, Rize, Pokut plateau, 07.vii.2019.

Polymixis rufocincta (Geyer, 1828) Studied material. 1♂, Artvin, Karagöl, 19.x.2019.

Spodoptera exiguum (Hübner, [1808]) Studied material. 2♀♀ 3♂♂, Rize, Pokut plateau, 06.vii.2019.

Family Erebidae Leach, [1815]

Hypena proboscidalis (Linnaeus, 1758) (Fig. 1b) Studied material. 1♀ 3♂♂, Artvin, Karagöl, 20.x.2019.

Family Sphingidae Latreille, [1802]

Hyles livornica (Esper, [1780]) Studied material. 1♂, Rize, Pokut plateau, 07.vii.2019.



Figure 1. a. *Epirrita dilutata* (Geometridae), b. *Hypena proboscidalis* (Erebidae)

DISCUSSION

Twenty-two Lepidoptera species are determined in Geometridae, Lasiocampidae, Noctuidae Erebidae, and Sphingidae families from Rize and Artvin provinces. Six of these species are geometrid, 2 lasiocampid, 12 noctuid, 1 erebid, and 1 sphingid moth. Eight moth species in Rize province and 2 moth species in Artvin province are newly recorded.

The newly discovered species in Rize:

Alcis repandata (Linnaeus, 1758), *Glossotrophia diffinaria* Prout, 1913, *Noctua fimbriata* (Schreber, 1759), *Noctua pronuba* (Linnaeus, 1758), *Noctua orbona* (Hufnagel, 1766), *Ochropleura plecta* (Linnaeus, 1761), *Polia nebulosa* (Hufnagel, 1766), *Spodoptera exiguum* (Hübner, [1808]).

The newly discovered species in Artvin:

Colotois pennaria (Linnaeus, 1761), *Epirrita dilutata* ([Denis & Schiffermüller], 1775).

This study contributes to the Eastern Black Sea Lepidoptera fauna and the distribution of the species. Studies on Turkey's northeast Lepidoptera are not yet sufficient. Research on this subject should be supported and increased.

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to thank Abdulaziz Aykal for his help in collecting the samples.

REFERENCES

- Akbulut, S., Yuksel, B., & Keten, A. (2003). The Lepidoptera (Insecta) Fauna of Düzce Province, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 27, 257-268.
- Can, F. (2008). The Geometrid Moths (Lepidoptera) from the Middle and Eastern Black Sea regions of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 32, 351-358.
- Freina, J. J de, & Witt, T. J. (1986). *Die Bombyces und Sphinges der Westpalaearktis*, Band 1. München.
- Göktürk, T. (2011). Lepidoptera Fauna in Artvin Province in North Black Sea Region of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (15), 1938-1946.

- Hausmann, A., & Viidaleep, J. (2012). The Geometrid Moths of Europe 3, Larentiinae I, Germany, 743 pp.
- Koçak, A. Ö., & Seven, S. (1991). Faunistische Notizen über türkisch-Thrazien Lepidopteren. *Miscellaneous Papers*, 10, 4-12.
- Koçak, A. Ö., & Kemal, M. (2018). A Synonymous and Distributional List of the Species of the Lepidoptera of Turkey. *Priamus*, 8, 1-487.
- Leraut, P. (2009). Moths of Europe Vol 2, Geometrid Moths, NAP Editions, 808 pp.
- Lödl, M., Gaal-Haszler, S., Jovanovic-Kruspel, S., Ronkay, G., Ronkay, L., & Varga, Z. (2012). *Fibigeriana - Vol.1 The Vartian Collection. Part I. Noctuoidea.* 304 pp.
- Mann, J. (1859). Zur Lepidopterenfauna von Amasia. *Wiener Entomologische Monatsschrift*, 3, 78-106, 161-178.
- Mann, J. (1861). Zur Lepidopterenfauna von Amasia. *Wiener Entomologische Monatsschrift*, 5, 155-162, 183-193.
- Okyar, Z. (2010). A Study on Geometrid Moths (Lepidoptera) of the Eastern Black Sea Region (Ayder Plateau-Kaçkar Mountain-Turkey), with Three New Records. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 83 (3), 193-200.
- Okyar, Z. (2012). Heteroceran (Lepidoptera) fauna of western black sea region. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 13 (1), 1-14.
- Özdemir, M. (2007). Studies on the Geometridae fauna of the provinces Bolu and Düzce in North-West Turkey (Lepidoptera). *Priamus Supplement*, 7, 1-154.
- Özdemir, M. (2016). Contributions to the knowledge of Geometridae fauna (Lepidoptera) of Ordu province *Bitki Koruma Bülteni*, 56 (2), 209-225.
- Özdemir, M. (2019). The Geometridae (Lepidoptera) fauna of Bartın province in Black Sea Region, with a new record (*Pachycnemia tibiaria* (Rambur, 1829)) for Turkey. *Entomofauna*, 39 (1), 391-413.
- Seven, S. (1991). Bibliographic researches on Lepidoptera Fauna of Trace. *Priamus*, 6 (1/2), 1-95.
- Seven, S. (1995). Beiträge zur Schmetterlingsfauna von Thrazien. *Miscellaneous Papers*, 23/24, 1-13.
- Schwingenschuss, L. (1939a). Beitrag zur Fauna von Bithynien, besonders von Boli. *Entomologische Rundschau*, 56 (29), 325-328, (32), 358-360, (34), 383-384.
- Schwingenschuss, L. (1939b). Beitrag zur Fauna von Bithynien, besonders von Boli. *Entomologische Zeitschrift*, 49, 273-274, 281-283.
- Kaygın, A. T., Yıldız, Y., & Avcı, M. (2009). Lepidoptera fauna in Bartın province, in western black sea region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 4 (9), 815-822.

THE INFLUENCE OF HOLDING TIME ON THE IMPACT AND FLEXURAL PROPERTIES OF TFP PRODUCED GF-PA6 COMPRESSION MOLDING PROCESS

Hasan KARA

Plascam A.Ş, Maden Caddesi No:22 Pelitli Köyü, Gebze 41480, Kocaeli, Turkey

ORCID NO: 0000-0003-2918-810X

Mustafa Özgür BORA

Aviation Material Research and Development Laboratory, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey

ORCID NO: 0000-0003-0921-418X

Emine Baş ÇEP

Plascam A.Ş, Maden Caddesi No:22 Pelitli Köyü, Gebze 41480, Kocaeli, Turkey

ORCID NO: 0000-0003-3582-5275

ABSTRACT

Government regulations in the world continue to demand tighter restrictions on vehicle emissions for climate change. Therefore, automobile companies are working to change the current materials to light materials. Glass fiber reinforced thermoplastic composites are produced for the application of automotive parts which they have got many advantages; corrosion resistance, design flexibility, durability, and lightweight. They are produced using the compression molding process. In this study, thermoplastic composites plates were produced via Tailored Fiber Reinforced (TFP) then they were pressed under the heat with compression molding and using Roctool systems. Composite materials were composed of UD glass fiber and nylon 6 (PA6). TFP process allows the stable move of calculated locally ideal fiber quantities, orientations into fiber preforms. By the means, the direction of fibers is optimized via the TFP process toward force. During the compression process, various holding time values were selected for identifying the mechanical properties (impact strength, flexural strength, and flexural modulus) of glass fiber reinforced PA6 composites. Holding times were chosen 4.30, 5.00, 5.30 min. It was determined that 4.30 min. holding time were positively improved composite materials' mechanical properties such as flexural modulus and flexural strength.

Keywords: Tailored Fiber Placement (TFP), Thermoplastic Matrix Composites, Compression Molding, Mechanical Properties.

INTRODUCTION

Firstly, material selection is the most important for the automotive sector once the product development process has been well noticed in recent years [1]. The materials used in the automotive industry are requested to satisfy different criteria before being accepted. Some of the criteria are the requests of arrangement and legislation with the environmental and safety worried and some are the requirements of the customers. In addition, some different factors are complicated, and therefore an achieved design could only be possible through an optimized and balanced solution [2]. Glass and carbon fibers are developing their demand in the aerospace industry by reason of their specific strength and specific stiffness. In addition, the automotive industry, due to the fact that solving the problems including the decrease of fossil fuels and global warming resulting from CO₂, it is preferred for mass production vehicle bodies to become more lightweight and the

development of low-cost materials and molding [3]. One of the quickest growing industries of the global economy is the automotive industry. The claimed for lightweight components and parts in this industry progress developing, and it is happening extremely competitive industry where the ambition is always high in the quest to satisfy the ever-changing needs of the customer. The raised to create awareness regarding decreasing emissions and the hard emission regulations have been placed much pressure on automotive production of companies to turn to lighter parts in order to decrease the weight of cars. Recent searched show that the car weight is important for the tractive force. If the motor vehicle's weight by 10% decrease, car fuel consumption by between 6% to 8% [4]. The new plastics and fiber-reinforced composite materials are advantaged for the production of lightweight automobile structures. Because the materials have got many advantages from the conventional isotropic materials that they have got as like lower density, very high specific strength, and specific stiffness [5].

As you can see Fig. 1, the average U.S. light car includes 174 kg of plastics and composites in 2009- about %10 of total car weight however more than 50% of car volume. The report that usage of 45.3 kg of plastics could replace among compared to steels for automotive and transportation. So, the car company will have the new experience next years. For example, the car will be reduced weight %20-40% than these days, the design will be easy because styling flexibility panels of composites than metal, the car company will take benefit from tooling cost and assembly costs and, the samples are resistance to corrosion, scratches and dents, and improvement in damping and NVH (noise vibration and harshness) [6].

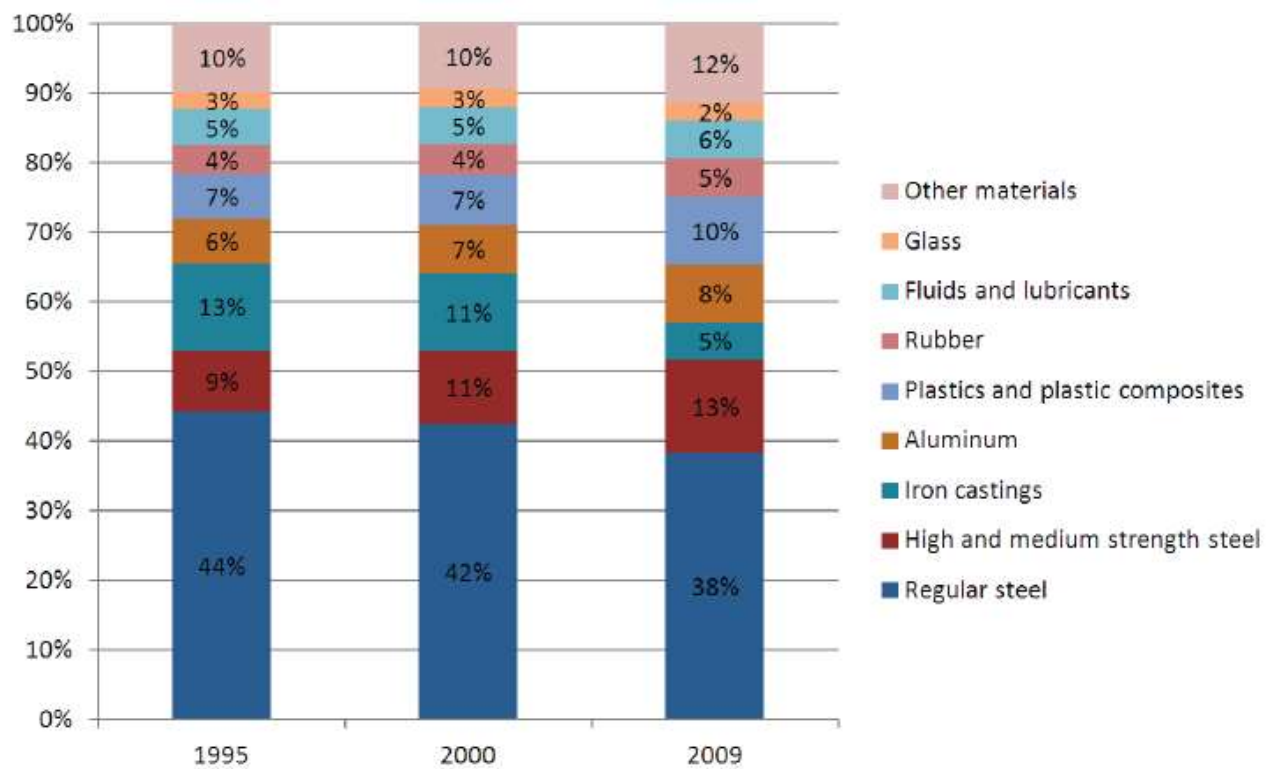


Figure 1: Average material consumption for a domestic light vehicle, model years 1995,2000, and 2009 [6]

The polymeric materials are selected because they are replacing traditional materials in many engineering applications due to their attractive properties such as excellent strength, stiffness to weight ratio, chemical resistance, corrosion resistance, impact resistance, fatigue resistance, thermal resistance, wear resistance and low processing cost [7].

The tailored fiber placement (TFP) is being developed to opens up strength, stiffness, and lightweight potential for composite based components. Fiber path optimization methods reunited with TFP can provide the optimum correlation between load cases and fiber orientation. For this reason, the composite materials and fibers get better performance. Recently, TFP technology is developing to shapes and plain loads new methods [8]. The TFP process is based on the well-known embroidery technique used for decorating fabrics. As you can see the Fig. 2 that that is the principle of the process. Firstly, the stitching via a needle yarn a roving is fixed on a material. The stitches the material is carried in the X, Y- direction at the among. The roving is fixed with zigzag stitches on either side of the soving which could be produced of carbon, glass or other fiber types. The base material could be a fabric or a nonwoven [9].

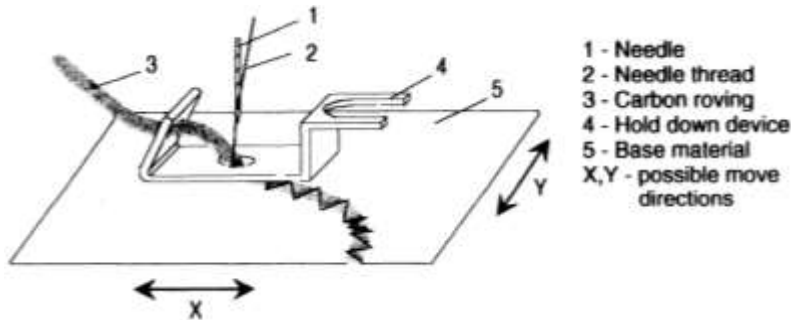


Figure 2: Principle of tailored fiber placement [9]

The TFP technologies has some advantages from other textile technologies: The angle of fiber placement can be varied between 0° and 360° during the process, requested thickness variations can be produced fiber placement on the same area allow, the conversion of the desired fiber orientation in a fiber placement pattern for the embroidery machine requires minor development times and costs. Therefore, the process allows a near net shape production, which results in low waste and optimal fiber exploitation [10]. Lasikun et al. [11] investigated the fiber orientation effect on the impact properties of the zalacca midrib fiber/HDPE composites. The composite plates were produced via compression molding process that pressing temperature at 150°C , pressing pressure at 50 bar, and holding time of 25 min. The fiber orientations were 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90° at %10 zalacca midrib fiber volume fraction. The obtained result showed that the highest impact strength occurred at 0° fiber orientation (64.75 kJ/m^2). D.W. Kim et al. [12] investigated the effect of matrix type (thermoplastic and thermoset) on the mechanical properties of carbon fiber reinforced composites. At to maximum level, experiments were conducted to find the optimum conditions using variables such as die temperature, pressure, forming time, lamination method and pressurization of composite samples after that changes count were applied to prepare composites with compression molding. As the determination from the test results, the average impact absorbed energy per cross-section area was 14.2 J/cm^2 in the thermoplastic matrix composite alone, which was higher by 1.0 J/cm^2 than thermoset matrix composite. Because the hotmelt resin had higher elongation than epoxy resin.

Compression molding offers some specific properties such as low cost, high efficiency, low internal stress, small buckling deformation, good mechanical stability, and excellent product repeatability for producing composite samples. The production volume is increasing for the requirement part quantities thus the molding method boasts a strong competitive advantage in industrial. However, the process parameters of compression molding (e.g., preheating temperature, molding temperature, molding pressure, pressure holding time, cooling rate, exhaust pressure, exhaust times, and blank holder force) directly affect the flow of the matrix material, the impregnation effect of the reinforcing fibers and also mechanical properties of the composite samples. This effect exerts an impact on both the quality and mechanical performance of the material once coupled with the interaction between process parameters. Consequence, the best process

parameters of compression molding are provided to optimize the mechanical performance of the material, it is critical to analyse the interaction between various process parameters and mechanical properties of the manufactured material [13]. G. Başer et al. [14] developed a new process to produce non crimp glass fabric (NCGF) reinforced Poly buthylene terephthalate (PBT) matrix composites. Isothermal and semi-isothermal processing of NCGF reinforced IPCBT composites via in-situ polymerisation of cyclic buthylene terephthalate (CBT)/glass fiber prepregs has been successfully performed by means of compression molding technique. The results showed that the prepreg production temperature which gave highest mechanical property was identified as 160 °C. The optimum compression parameters which gave highest mechanical properties were identified as 200 °C compression temperature, 30 minutes compression time and 1.6 MPa compression pressure for isothermal process. Semi-isothermal process with 180 °C demolding temperature gave higher tensile and flexural properties than isothermal process. P. Sormunen et al. [15] investigated high-density polyethylene (HPDPE) composites filled with recycled wood fiber, glass fiber, mineral wool, gypsum, and soapstone particles by empirical testing in order to evaluate the effect of recycled low-cost fillers on the recycled plastic. The samples were produced compression molding at the same process parameters. Glass fiber reinforced (GF40) high-density polyethylene (HPDPE) composites had the highest impact strength of the measured composites with filler ($12.71 \pm 4.76 \text{ kJ/m}^2$). This same reason might be the cause of the higher results in GF40, as the clustering of fibers also created zones where the tough thermoplastic was the dominant material. T. Sathish et. al. [16] had been characterized in terms of mechanical properties for compression molding parameters optimization. The choosed holding times were 20 min., 25 min. 30 min. and 35 min., also it was observed that the holding time was influenced in the impact test results. Holding time increased the impact strength of polymer composites because increasing the curing time got good blending action between resin and fibers, and it caused the polymer composites to have high impact strength. Y. Gong et. Al [17] studied to single polymer composites (SPCPA) comprised of polyamide 6 (PA6) fiber and PA6 matrix is influenced of process parameter on the SPCPA prepared at 140 °C, 160 °C, 180 °C, and 200 °C were appraised by three-point bending. As a result of the optimum molding temperature 160 °C, also the flexural strength and flexural modulus values decreased when the molding temperature was bigger than 160 °C. M.I. Mat Kandar et al. [18] In this worked was researched to optimize the hot press process parameters to improve the mechanical properties of the woven flax/PLA composites according to impact strength results. There were chosen compression molding parameters that were three molding temperatures, three molding times (holding time 3 min., 6 min., and 9 min.), and three molding pressure to select the optimum parameters then occurred total of 15 experimental points consist of 12 factorial design runs with Minitab. As a result of the tests, the optimum value of the holding time was obtained as 3 minutes.

The automotive industry requests a short cycle time and a high quantity of samples for every project of car annually. So, the final part's cost is critical to most applications. For this range of applications, Roctool developed the LITTM (Light Induction Tooling) technology. The manufacturing cell offers a more efficient and more economical way to process a very wide range of composite materials, achieving short cycle times and exceptional part's quality. This turn-key solution is dedicated to large parts, and has been proven to work very efficiently on 3D products or complex geometries. For composite productions using thermoplastic-based materials, reducing the heating step is critical since the material will only start its consolidation once reaching high enough temperatures. Being able to heat the mold rapidly, at rates up to 150 °C/min, not only enables a cycle time reduction but a better consolidation of the composites at higher temperatures can be obtained. Part's performances and quality therefore improve drastically [19]. From literature surveys, there was not easily found a study which was investigated the effect of holding time parameters on the mechanical properties (impact strength, flexural modulus and flexural strength) of the woven glass fiber/Nylon6 (PA6) composites which were produced by using both TFP and compression molding technology. In this study, the woven glass fiber/Nylon6 (PA6) was produced by using TFP technology. After TFP production of samples, compression molding process was applied to produce woven glass fiber/Nylon6 (PA6) composite samples under various holding time parameters (4.00 min., 4.30 min., 5.00 min.). After producing the composites, the mechanical test samples were produced by using water jet

according to test standards. Impact and three-point bending tests were applied the composite samples. Impact strength, flexural strength and flexural modulus values were obtained.

MATERIALS AND METHODS

Materials

In this study, Polyamide 6 (PA6) [20] and E-glass fiber were supplied from Universal Fibers from USA and Owen Corning, respectively. E-glass fiber is SE1200 Type 30 Single [21] end roving which is designed for excellent processing for knitting and weaving in polyester, vinyl ester, and epoxy resins. E-glass fiber is also suitable for Long Fiber Thermoplastic (LFTP) PA compounding applications.

Tailored Fiber Placement (TFP)

In this study, unidirectional (UD) E-glass fabrics were produced by using Tailored Fiber Placement (TFP) technology which was an invention of the Institute for Polymer Research Dresden [20]. TFP technology is a novel textile production technique for continuous fiber preforms. The embroidery technique is based which is used for decorating fabrics for this technology. The creative concept allows the production of preforms tailored for the special composite components. The environmental of the preform can be made similar-net shape. Fig.3 shows the process of TFP. Using stitching, a roving providing in-plane reinforcement is fixed on a base material as the base material is moved in the x, y-direction. The roving is fixed with zigzag stitches on either side of the roving. The machine moves the base material automatically according to a software pattern developed specifically for TFP preform [22]. The system is ideally suited for series production because the highly automated production process allows good reproducibility. The other advantage is almost no fiber waste. Because the near-net-shape preforms are made using the material [23].

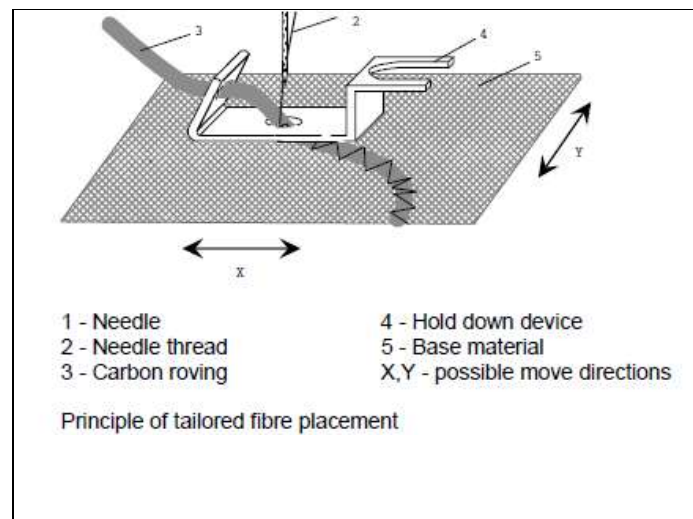


Figure 3: Process of tailored fiber placement [23]

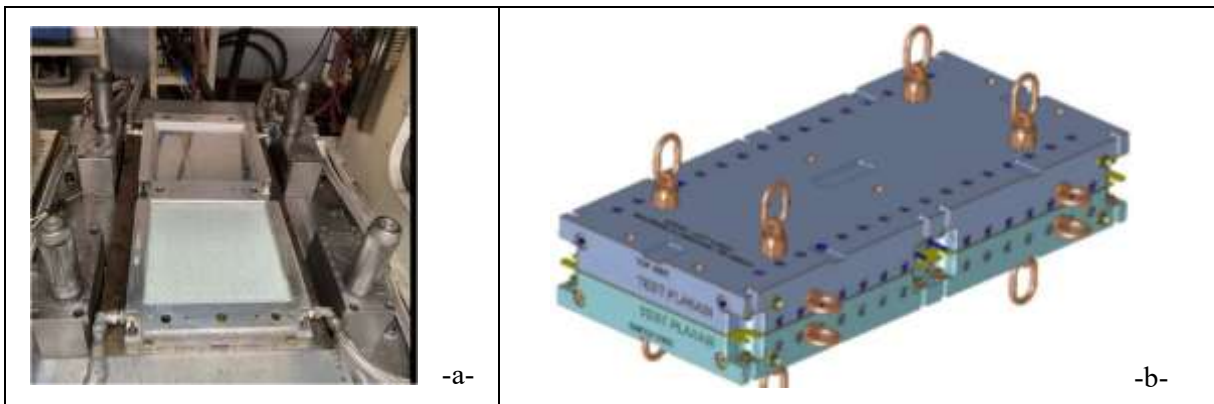


Figure 4: The UD E-glass/PA6 fabrics by using TFP

For the produced fabrics, 2 3 Michelamn PA845H was used for improving thermal stability of the material. The UD E-glass/PA6 fabrics were produced by Coats in Bursa (Fig.4). The fabrics were produced for impact and bending tests as a thickness of 2 mm with the size of 305 mm x 305 mm.

Compression Molding Process

100 tonne Hydraulic hot press was used in the study with Roctool equipment (Fig.5-c). Roctool technology enables very quick heat ramps with induction and performance cooling with turbulent water flows. Decreasing the energy consumption and limiting secondary operation, Roctool process also fits in smaller footprints. The system allows high-temperature homogeneity and multi zone heating. The system is also usable for thermoset based products, thermoplastic based composites and sandwich structures. In the study one mold with two separated parts was used (Fig.5-a and b).



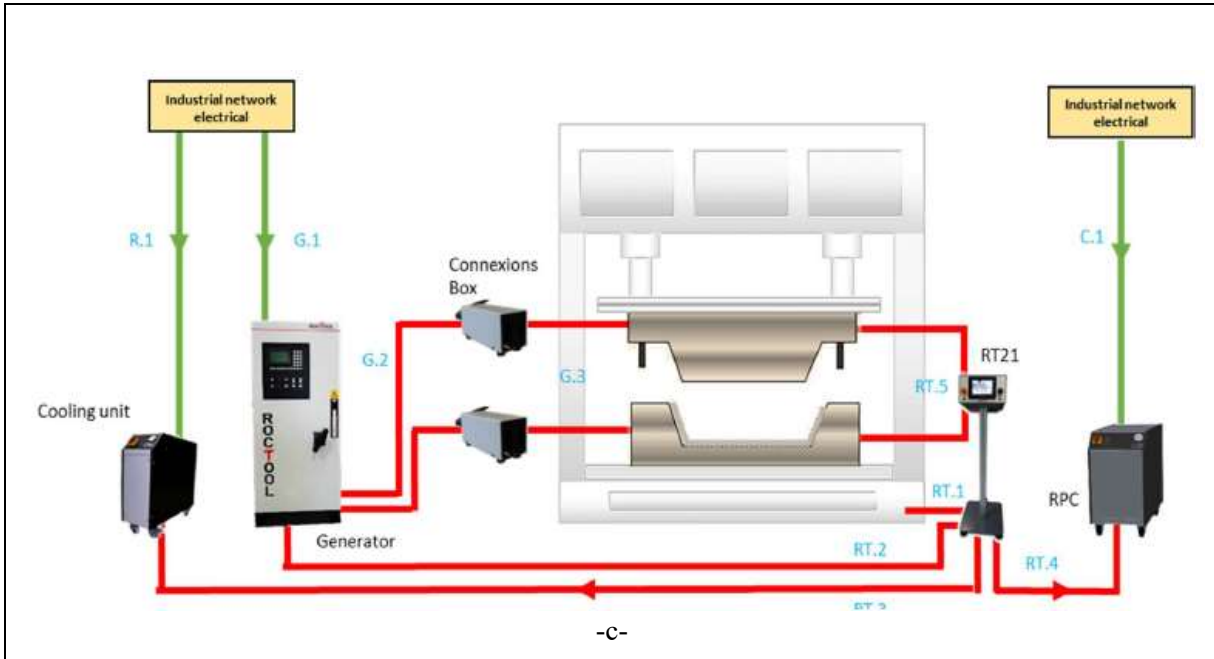


Figure 5: Compression molding process with Roctool and mold

The GF-PA6 fabrics were pressed into the molds under 160 bars with 300 °C. The compression process steps were given in Fig. 6. The cooling system also placed for suitable cooling of composite samples to the molds. The mold dimension is 830 mm x 380 mm x 145 mm as has 2 cavities with 2.00 mm thickness. Each cavity dimension is 305mm x 305 mm. For 2.00 mm thickness composite samples, the weight of GF-PA6 fabrics was measured as and 367 gr. In this study, for the 2.00 mm of composite samples, holding times were selected as 4.30 min. / 5.00 min. / 5.30 min. After the production, water jet system was used for cutting the composite samples according to the standards for impact and 3-point bending tests. Then the samples put on the dehumidifier machine along 24 hours due to moisture effect for PA6.

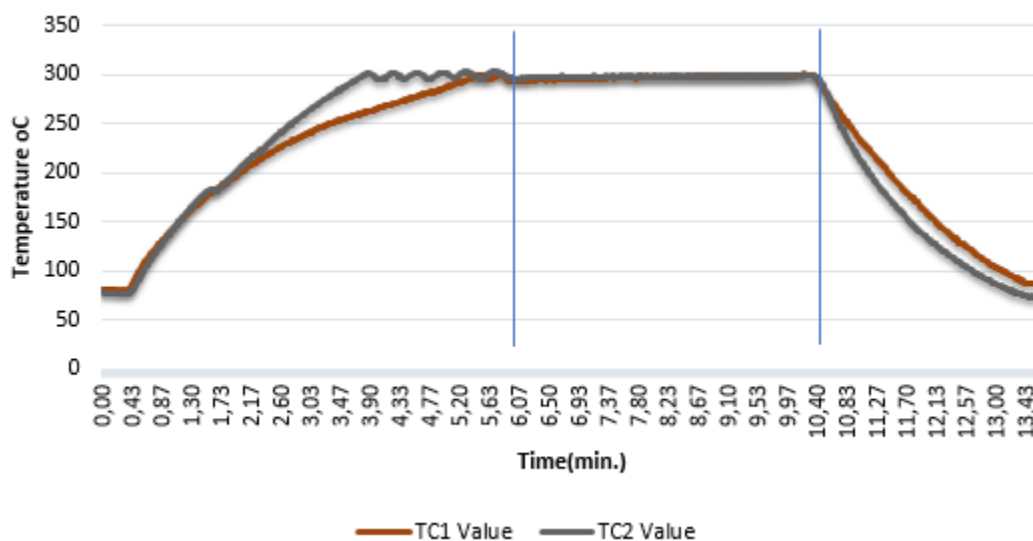


Figure 6: Compression molding process steps at 5.30 min. holding times for composite sample

Mechanical Tests

Impact Test

ISO 179-1 test standard was used for determining impact strength values of GF-PA6 composite samples which were produced under various holding times (4.30 min. / 5.00 min / 5.30 min.). The test method determines the impact properties of composite samples. Samples shall be prepared in accordance with the relevant material specification [24]. Charpy impact test were conducted a charpy impact tester using the samples without a V-notch. The test was carried out with a striker energy of 15 J and unnotched sample dimension is selected as 2.00 mm x 13.00 mm x 83.00 mm. Five samples for each sample group were tested. The obtained impact strength values were given with standard deviation. The samples were tested at ZwickRoell HIT25P series test device.

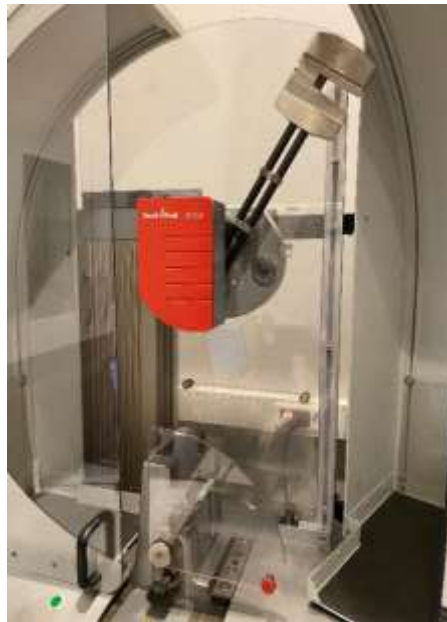


Figure 7: Symbolic impact test at series ZwickRoell HIT25P test device

3-Point Bending Test

ASTM D 7264/D 7246 test standard [25] was used for determining flexural modulus and flexural strength values of GF-PA6 composite samples which were manufactured under various holding times (4.30 min. / 5.00 min. / 5.30 min.). The test method determines the flexural stiffness and strength properties of polymer matrix composites. This test method was developed for optimum use with continuous-fiber-reinforced polymer matrix composites. In this study, span-to-thickness ratio of 32:1 was selected. The standard sample thickness is 2.00 mm, and the standard sample width is 13.00 mm with the sample length being about 20% longer than the support span. 3-point bending test was done at 1 mm/min. at Shimadzu AGS-X series test device which is Fig. 7.



Figure 8: Symbolic 3-Point bending test at Shimadzu AGS-X series test device

Results and Discussion

Impact Test Results

In this work, the effect of holding time on impact properties of GF-PA6 composites was investigated. The obtained impact strength values according to holding time value of manufactured composite samples having 2 mm thickness were given in Fig.9. As can be seen from Fig.9, as a result of the increase in holding time, the impact strength values didn't increase appreciably. The impact strength values were determined in order of holding time values (4.30 min. / 5.00 min. / 5.30 min.) as 252,27 kJ/m², 258.38 kJ/ m² and 262,45 kJ/m², respectively. The automotive industry requests the minimum cycle time and maximum performance. If the holding time is selected too long, the part will be produced too least quantities. The situation and production lead time are not be requested in the automotive industry. As the time is important for the production. So, the ideal duration holding time should be for impact strength at 4.30 min. holding time.

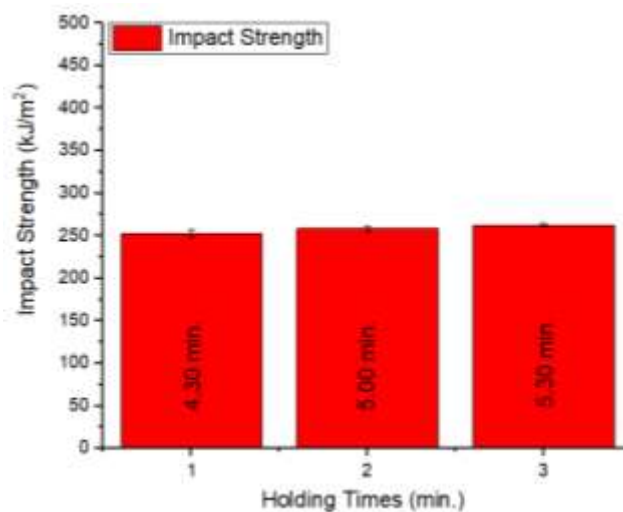


Figure 9: The variation of impact strength values of composite samples according to holding time values

Three Point Bending Test Results

Fig.10 summarized three-point bending test results according to holding time values of manufactured composite samples having 2 mm thickness. From Fig. 10, flexural modulus and flexural strength values decreased in order to the holding time values increased. As you can see from Fig. 10-a, the maximum flexural modulus value reached 28.77 GPa at 4.30 min. Also, we compared the other holding times realized, there wasn't a significantly change for flexural modulus values when the applied holding times at both 4.30 min. and 5.00 min. However, when the other holding time was compared the 5.00 min. and 5.30 min., the flexural modulus value was decreased. In addition, the maximum flexural strength was obtained at 4.30 min. as 689 MPa compared to other composite samples which were manufactured at 5.00 min. and 5.30 min. holding times. The flexural strength (Fig.10-b) values were also determined as 672 MPa (5.00 min.) and 608 MPa (5.30 min). Xu et al. [26] investigated flexural properties of the unidirectional continuous glass fiber-reinforced poly (ether ether ketone). They held composite materials at the mold temperature for a certain time as 10 min. – 150 min. Flexural strength and modulus values were determined under various molding times with the same molding temperature of 400 °C and the same cooling rate of 10 °C/min. The results showed that the flexural strength and modulus increased as the holding time increased. This is because the matrix was gradually penetrated into the GFs under pressure, and the dispersibility of the GFs was improved. In addition, when the holding time was increased to 120 min, the flexural strength and modulus reached its maximum, at 941.1 MPa and 38.3 GPa, respectively. This indicates that a sufficient holding time was critical to improving the bending performance of the composites based on the cowrapped yarns method. From another study, Fujihara et al. [27] achieved an optimum fabrication for the continuous carbon fiber reinforced PEEK matrix composites. So, they selected three processing temperatures (380, 410, and 440 °C) and three holding time (20, 40 and 60 min.). The result showed that the flexural modulus was not changed with increasing the holding times from 20 min. to 60 min. for the samples fabricated at 380 °C and 410 °C, which was around 95 GPa. It was noted that a slight modulus drop was seen in the case of 440 °C. A similar tendency was also seen in the flexural strength showed around 1300 MPa, in the case of 380 °C and 410 °C indicated that the flexural strength dropped about 200 MPa from the 40 to 60 min. holding time.

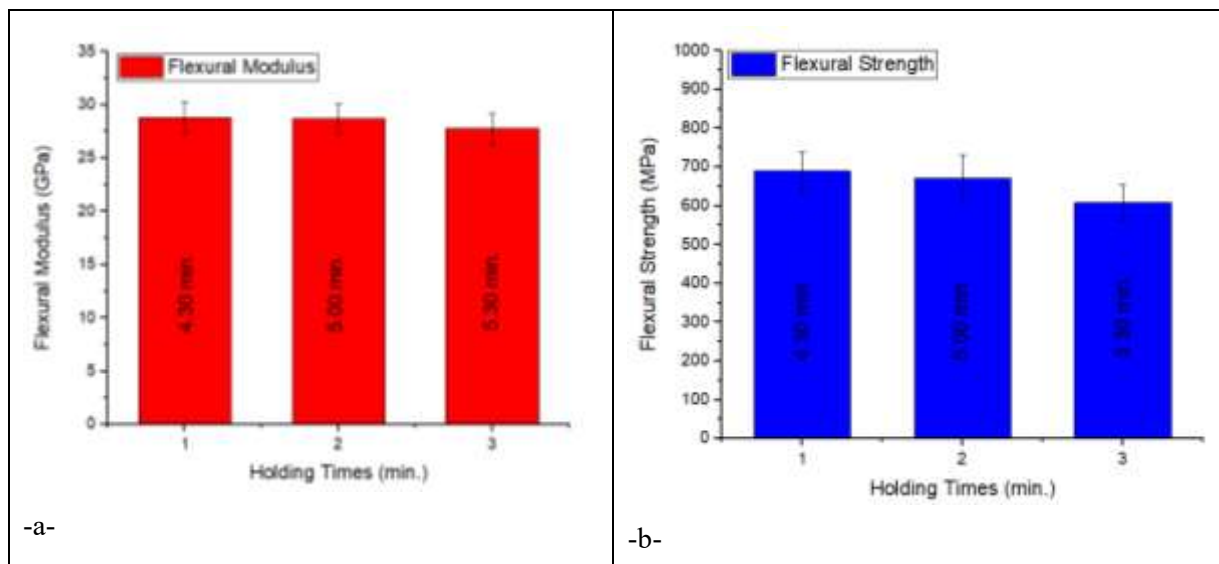


Figure 10: Three-point bending test results according to holding time values of manufactured composite samples having 2.00 mm thickness

Conclusion

In this study, it was aimed to determine the mechanical properties of thermoplastic matrix composite materials (GF-PA6) produced via TFP then compression molding process. Impact and three-point bending tests were applied the thermoplastic matrix composites which were produced and manufactured by TFP and compression molding process. Impact strength, flexural strength and flexural modulus values were determined.

➤ For impact strength values of GF-PA6 composites, it was determined that the impact strength values didn't increase appreciably. The impact strength values were determined as 252,27 kJ/m², 258.38 kJ/ m² and 262,45 kJ/m² for 4.30 min. / 5.00 min. / 5.30 min., respectively. So, the ideal duration holding time should be selected for impact strength of composite materials at 4.30 min. holding time.

➤ Flexural modulus and flexural strength values decreased in order to the holding time values increased. The maximum flexural modulus value reached 28.77 GPa at 4.30 min. The maximum flexural strength was obtained at 4.30 min. as 689 MPa compared to other composite samples which were manufactured at 5.00 min. and 5.30 min. holding times.

Acknowledgement

We would like to thank Plascam A.Ş. for supporting and funding this scientific research.

REFERENCES

1. Campbell F.C. (2010). Structural Composite Materials, ASM International.
2. Ghassemieh E. (2011). Materials in Automotive Application, State of the Art and Prospects, University of Sheffield UK. doi: 10.5772/13286 · Source: InTech
3. Tanaka. K., Katayama T., Uno K. High Speed Moulding of Carbon Fiber Reinforced Plastic Based on Non-Woven Stitched Multi-Axial Cloth Using Induction Heating System, Department of Biomedical Engineering, Doshisha University, Japan.
4. Chirinda G.P., Matope S., (2020). The Lighter the Better: Weight Reduction in the Automotive Industry and its Impact on Fuel Consumption and Climate Change, University of Stellenbosch, South Africa
5. National Highway Traffic Safety Administration, December 2012, Investigation of Opportunities for Lightweight Vehicles Using Advanced Plastics and Composites, U.S. Department of Transportation
6. Ward's Communications, Ward's Motor Vehicle Facts and Figures, 2010, Detroit, MI, 2010, pp. 65
7. Biron M. Thermoplastics and Thermoplastics Composites.
8. Spickenheuer A., Scheffer C., Bittrich L., Haase R., Weise D., Garray D., Heinrich G., (2017), Tailored Fiber Placement in Thermoplastic Composites, 3rd International MERGE Technologies Conference (IMTC)
9. Mattheij P., Gliesche K. and Feltin D., (1998), Tailored Fiber Placement-Mechanical Properties and Applications, Institute of Polymer Research Dresden, Germany.
10. Khalid M.Y., Arif Z.U., Sheikh M.F. and Nasir M.A., (2021), Mechanical characterization of glass and jute fiber-based hybrid composites fabricated through compression molding technique, International Journal of Material Forming. doi.: <https://doi.org/10.1007/s12289-021-01624-w>

11. Lasikun, Ariawan D., Surojo E. and Triyono J., (2018). Effect of Fiber Orientation on Tensile and Impact Properties of Zalacca Midrib Fiber-HDPE Composites by Compression Molding, Indonesia. doi: <https://doi.org/10.1063/1.5024119>
12. Kim D.W., Jin C.K., Lee M.S., Kang G.C. and Seo H.Y., (2020), Investigation of optimal lamination condition of CFRTP by compression molding method and a comparison of mechanical properties with CFRTS. doi: 10.1177/1687814020986252
13. J. Xie, S. Wang, Z. Cui and J. Wu, Process Optimization for Compression Molding of Carbon Fiber-Reinforced Thermosetting Polymer, MDPI, Materials 2019, 12(15), 2430
14. G. Başer, Production of Fiber Reinforced Thermoplastic Composites, ITU, Department of Polymer Science and Technology Polymer Science and Technology Programme, October 2012
15. Sormunen P. and Karki T. (2019), Compression Molded Thermoplastic Composites Entirely Made of Recycled Materials, Fiber Composite Laboratory, Department of Mechanical Engineering, LUT University.
16. Sathish T, Mohanavel V, Raja T, Djearamane S, Velmurugan P, Nasif O, Alfarraj S, Wong LS, Manikandan V, Ravichandran M. Influence of Compression Molding Process Parameters in Mechanical and Tribological Behavior of Hybrid Polymer Matrix Composites. Polymers (Basel). 2021 Nov 30;13(23):4195. doi: 10.3390/polym13234195. PMID: 34883698; PMCID: PMC8659549.
17. Gong, Y., Liu, A., & Yang, G. (2010). Polyamide single polymer composites prepared via in situ anionic polymerization of ϵ -caprolactam. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 41(8), 1006–1011.
18. Kandar, M. I. M., & Akil, H. M. (2016). Application of Design of Experiment (DoE) for Parameters Optimization in Compression Moulding for Flax Reinforced Biocomposites. Procedia Chemistry, 19, 433–440. doi: 10.1016/j.proche.2016.03.035
19. <https://www.roctool.com/company/news-and-releases/roctool-lit-a-high-performance-and-cost-effective-solution-for-automotive-and-aeronautical-applications>
20. Universal Fibers, – 1000D PA6
21. Owens Corning, SE1200 TYPE30 Single-End Roving
22. Mattheij P., Gliesche K. and Feltin D., (2000). 3D reinforced stitched carbon/epoxy laminates made by tailored fibre placement. Dresden, Germany.
23. Mattheij, P., Gliesche, K., Feltin, D. (1998). Tailored Fiber Placement-Mechanical Properties and Applications. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 17(9), 774–786.
24. Plastics-Determination of Charpy Impact Properties, ISO 179-1. Second Edition 210-06-15
25. D 7264/D 7264M – 07 – Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials.
26. Xu, Z., Zhang, M., Wang, G., & Luan, J. (2018). Bending property and fracture behavior of continuous glass fiber-reinforced PEEK composites fabricated by the wrapped yarn method. High Performance Polymers, 095400831876750. doi:10.1177/0954008318767500
27. Fujihara, K., Huang, Z.-M., Ramakrishna, S., & Hamada, H. (2004). Influence of processing conditions on bending property of continuous carbon fiber reinforced PEEK composites. Composites Science and Technology, 64(16), 2525–2534. doi: 10.1016/j.compscitech.2004.05.014

MODELING AND PROPORTIONAL-INTEGRAL CONTROL OF A PROSTHETIC FINGER

S. H. Abbasi, A. Mahmood

Dept. of Electrical and Computer Engineering, SS CASE IT, Pakistan

ABSTRACT

This paper presents design of a Prosthetic Finger comprising of DC motor actuated by power supply, gear, lead screw, spring and phalanges. To provide more accurate and detailed model for the digital simulation of prosthesis, the Bond Graph Modeling approach is used. Furthermore, state space equations are computed to analyze the model dynamics and responses. We simulated the model in MATLAB/Simulink and 20-SIM software for stability analysis and performance comparison. Finally, our model is synthesized with Proportional-Integral (PI) Controller so that the motion of phalanges could be controlled precisely and the Prosthetic Finger could mimic the movements of real finger more efficiently. Our simulation results demonstrate the applicability of the model towards active prosthesis, and help to understand central nervous system in physiologically coordinated movement.

Keywords: Modeling, Bond Graph, Simulation, Prosthetic Finger, Proportional-Integral Control

INTRODUCTION

Although prosthesis has become an interesting topic in the field of robotics due to the contribution of advanced technologies (microcontrollers and micro actuators), there is still shortage of devices that have the ideal combination of being highly functional, durable, cosmetic and inexpensive. For a mechanical analogy of the human body, bones are represented as levers, ligaments around joints as hinges and force for the movement of levers about joints is provided by muscles [1].

Utah/MIT Dexterous Hand (UMDH) was designed as an advanced research tool into machine dexterity. The UMDH consists of four fingers unlike human hand in an arrangement of three equally lengths fingers and an opposing thumb. The thumb placement is more interior to the palm as compared to the traditional designs. Southampton Mechanical Hand is special in its mechanical design. Only one actuator is used to drive the hand. This is useful in some kind of grasping posture of human hands, such as power grasping. Some more prosthetic hands developed by various organizations around the world and their comparison with human hand are given in [2-6].

Developing a comprehensive mathematical model that is analogous to the human body and that encompasses all its features, is one of the major issues in Bio Engineering [7]. Bond graph is an integrated modeling technique for skeletal and muscular subsystems of the human body. The rigid bone subsystem and the soft muscle subsystem can be unified for analysis of a bio-mechanical model. Prosthetic fingers modeling using Bond Graph is not researched much and is an open area [8].

In this study, we present a detailed Bond Graph Model (BGM) of a Prosthetic Finger that is actuated by individual motor, controlling the finger and allowing it to move and grip in a natural coordinated way. Furthermore, we compute state space equations to analyze the model dynamics and responses using 20-SIM software. Finally, our model is synthesized with Proportional-Integral (PI) controller so that the position of phalanges could be controlled precisely.

PROSTHETIC FINGER

The four main fingers contain metacarpal bones, which form most of the hand and extend up to the knuckles, and the phalanges, which constitute the actual fingers. These phalanges are made up of three bones. The proximal phalanx is the bone between the knuckle and the first joint of the finger. The middle

phalanx extends between the first and second joint. The distal phalanx is the bone at the very tip of the finger. The anatomy of human finger is shown in figure 1.

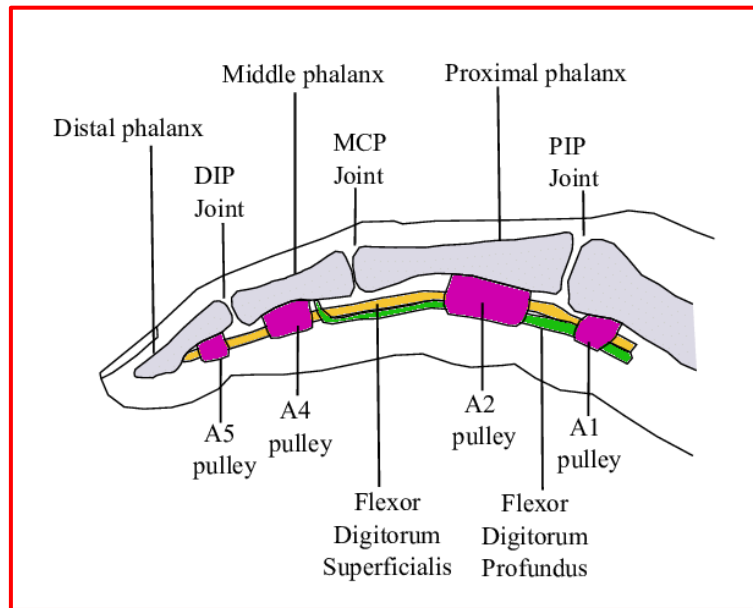


Figure 1 Anatomy of Human Finger [10]

MODELING FRAMEWORK

Bond Graph Modeling technique deals with power flows between the ports of several elements including resistance, capacitance and inertia which are joined to each other through bonds and junctions ensuring energy conservation [11-12]. Before developing the detailed bond graph model of the Prosthetic Finger, we present working principal of each finger through block diagram given in figure 2. Motor converts electrical energy to rotational energy that drives the lead screw through gears. The translational energy of the lead screw helps in flexion and extension of phalanges.

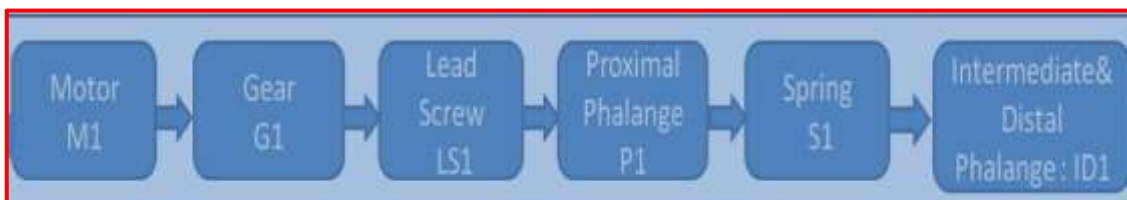


Figure 2 Block Diagram of Prosthetic Finger

Next we make a Word Bond Graph which is simply the representation of bond graphs in words. The formation of word bond graph is very beneficial at this stage as it eases precise development of complete Bond Graph Model of the system. The Word Bond Graph of the Prosthetic Finger is presented in figure 3.

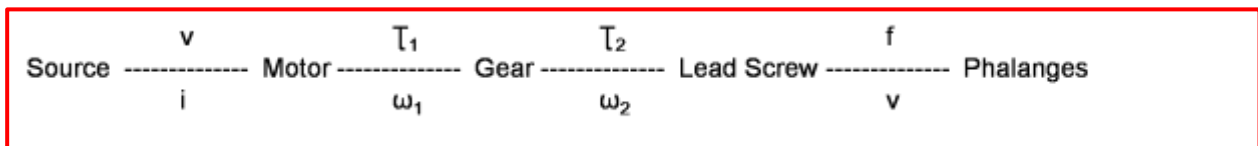


Figure 3 Word Bond Graph of Prosthetic Finger

This Word Bond Graph helps us develop the BGM of a prosthetic finger that is shown in figure 4. Further in this study, we provide a detailed modeling design down to each component level movement. From the bond graph state space of the system is obtained having general equation as follows.

$$\begin{aligned} \dot{\vec{x}}(t) &= A \cdot \vec{x}(t) + B \cdot \vec{u}(t) \\ \vec{y}(t) &= C \cdot \vec{x}(t) \end{aligned} \quad (1)$$

There are 5 energy storing elements making the 5th order model of the system. We note that after minimal realization of differential causalities in the bond graph and eliminating redundancies, the system has 4th order model. These differential causalities appeared because of algebraic loops present in the model. There is one input i.e. source of effort (Se1) in figure 4, which is component of input vector $\vec{u}(t)$. The state vector $\vec{x}(t)$ constitutes due to the generalized momentum at every inertia elements and generalized displacement at every compliance element where there are only integral causalities. The resulting state matrix A is 4x4, the input gain matrix B is of 4x1 order and output gain matrix C is of 1x4 order.

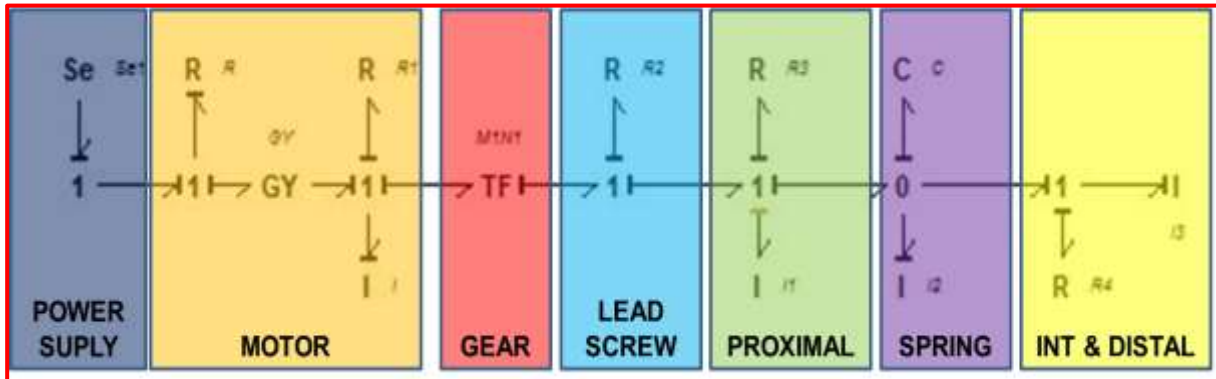


Figure 4 Bond Graph Model of a Prosthetic Finger

SIMULATION SCHEME

Transfer Function (TF) is obtained by taking Se1 as input terminal and damping of intermediate and distal phalange of finger (I3) as output terminal. Linearization for this input-output in 20-Sim provides a 4th order model in state space of transfer function realization as follows;

$$TF = \frac{0.007s + 1.4e^{-18}}{s^4 + 2.4 s^3 + 408 s^2 + 865.1 s + 390.4}$$

Figure 5 shows the pole-zero map of the linearized model of the finger which shows that all eigenvalues (poles) are in left half plane (LHP) and thus the system is stable. Bode plot of the model is shown in figure 6. The step response of the finger is shown in figure 7 that is converging and thus stable. However, the settling time is very high i.e. 12 sec. Table I shows the values and specifications of components.

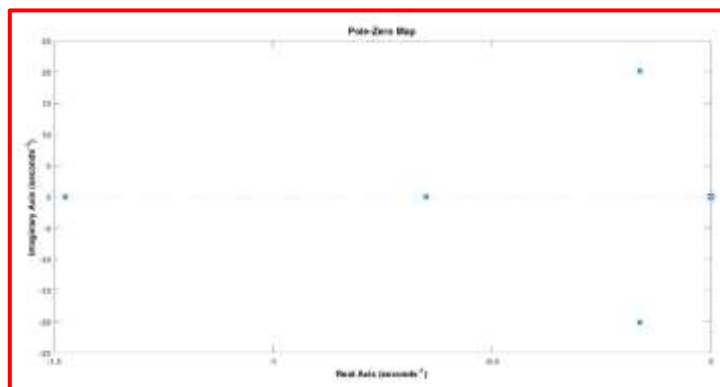


Figure 5 Pole Zero Map of the Linearized Model

Table 1 Parameters of the system's model

| Variables | Component | Description | Values |
|-----------------------------------------|------------|-------------------------------------------|--------------|
| Motor | | | |
| Se1 | Electrical | Voltage source | 6V |
| R | Electrical | Armature resistance of the motor | 5.1 Ω |
| GY | Electrical | Gyrator ratio of motor | 0.00061 |
| R1 | Mechanical | Damping of motor | 0.00068N-s/m |
| I | Mechanical | Mass of motors | 0.021Kg |
| Gears | | | |
| M1 | Mechanical | Ratio of Gears | 0.0112 |
| Lead Screw | | | |
| N1 | Mechanical | Transformer ratio Lead Screw | 1.5 |
| R2 | Mechanical | Damping of lead screw | 46N-s/m |
| Proximal Phalange | | | |
| R3 | Mechanical | Damping of Proximal phalange | 0.0105 N-s/m |
| I1 | Mechanical | Mass of Proximal Phalange | 0.0124Kg |
| Spring | | | |
| C | Mechanical | Stiffness of spring | 3kN/m |
| I2 | Mechanical | Mass of spring | 0.001Kg |
| Intermediate And Distal Phalange | | | |
| R4 | Mechanical | Damping of Intermediate & Distal phalange | 0.0081 N-s/m |
| I3 | Mechanical | Mass of Intermediate & Distal Phalange | 0.0045 Kg |

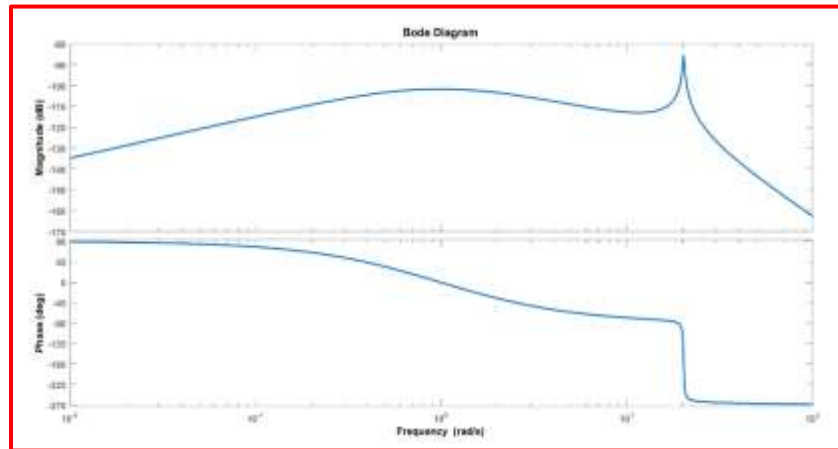


Figure 6 Bode Plot of the Linearized Transfer Function

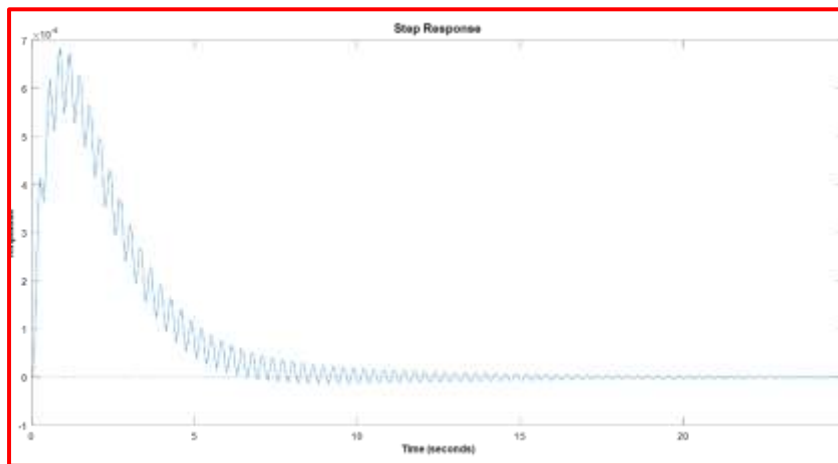


Figure 7 Step Response of the Open Loop Model

PROPORTIONAL-INTEGRAL (PI) CONTROLLER

The next objective is to develop a Prosthetic Finger that could mimic the original one as closely as possible in movements and control. In order to achieve the response having less settling time, we synthesized a Proportional-Integral (PI) based feedback control system. Figure 8 shows the step response of the complete feedback control law design for index finger as given in Equation (2). The settling time of the closed loop system has been reduced to 5 sec as desired, compared to open loop system.

$$u(t) = -K \cdot \vec{x}(t) \quad (2)$$

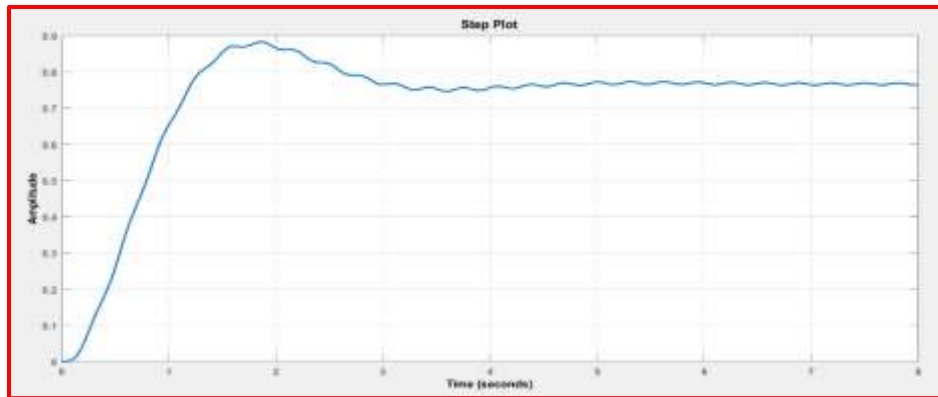


Figure 8 Step Response of Closed Loop Feedback System

The controllability is high and rank of controllability is 4 and the response settles asymptotically. Similarly, the system has high observability of order 4.

CONCLUSION

In this paper we developed a Bond Graph Model (BGM) of a Prosthetic Finger incorporating all the phalanges that are powered by motor using 20-SIM. The BGM further eased the successful analyses of systems internal dynamics. The pole zero plot of the finger model clearly depicted poles in Left Half Plane (LHP) and the step response although stable had a high settling time. The high settling time of the system is further catered for using Proportional Integral (PI) Controller. PI synthesis resulted in a stable response of the system with settling time of 5 sec.

REFERENCES

- [1] T. Iberall, "Human Prehension and Dexterous Robot Hands," *International Journal of Robotics Research*, Vol. 16, Issue no. 3, pp. 285-299, June 1997
- [2] R. M. Crowder, "An anthropomorphic robotic end effector," *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 7, Issue 4, pp.253-268, November 1991
- [3] Jacobson S. C., Iversen E. K., Knutti D., Johnson, R. and Bigger K., "Design of the UTAH/MIT Dexterous Hand," in *proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, San Francisco, pp.1520-1532, April 7-10, 1986
- [4] Maryam Iqbal, Mona Jaffer, and A. Mahmood, "Bond graph modeling with control synthesis of coordinated fingers movement". *International Conference on Modeling and Simulation*, Islamabad, Pakistan, 25-27 Nov 2013
- [5] Vaz, A. and Hirai, H. "A bond graph approach to the analysis of the prosthesis for a partially impaired hand", "ASME J. of Dynamic System, Measurement and Control", Vol. 129, 2007, pp105-113.
- [6] S.H.Abbasi and A. Mahmood, "Bond graph modelling of a customized anthropomorphic prosthetic hand with LQR control synthesis", *INMIC 2017*, Pakistan.
- [7] D. S. Naidu, C. H. Chen, A. Perez and M. P. Schoen, "Control strategies for prosthetic hand technology: An overview," in *proc. of IEEE 30th Annual International Conference of Engineering in Medicine and Biology Society*, August 20-25, 2008, pp. 4314-4317.
- [8] M. Zecca, S. Micera, M. C. Carrozza, and P. Dario, "Control of multifunctional prosthetic hands by processing the electromyography signal," *Critical Reviews TM in Biomedical Engineering*, Vol. 30, 2002, pp459-485.

- [9] Xuan-Thu Le, Se-Bong Oh, Dong-Won Ha, Won-Il Kim, Sung-Hyun Han, "A Study on Robust Control of Multi-fingered Robot Hand with 16 D.O.F," in proc. of International Conference on Control, Automation and Systems 2007, pp. 62-65, 2007
- [10] Maryam Iqbal, and A. Mahmood, " H_2 and H_∞ optimal control of coordinated fingers movement", International Conference on Emerging Technologies, Pakistan, 19-20 December 2015.
- [11] S. H. Abbasi and A. Mahmood, "Modeling, Simulation and Control of a Bio-Inspired Electromechanical Feather for Gust Mitigation in Flapping Wing UAV," 2019 2nd International Conference on Communication, Computing and Digital systems (C-CODE), 2019, pp. 195-200, doi: 10.1109/C-CODE.2019.8681016.
- [12] Asif Mahmood Mughal, "Real Time Modeling, Simulation and Control of Dynamical Systems", ISBN 978-3-319-33905-4, Springer International Publishing Switzerland, 2016.

COMPARATIVE DATA ON THE PALYNOMORPHOLOGICAL STUDY OF POLLEN GRAINS OF TWO ALBANIA'S PLANT INDIVIDUALS OF *VERSICOLOR* SPECIE OF CAMPANULA GENUS

*Blerina Pupuleku*¹, *Donald Shuka*², *Lulëzim Shuka*², *Klea Trokoliçi*³, *Gëzim Kapidani*², *Ermelinda Gjeta*¹

¹ Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University "A. Xhuvani", Elbasan, Albania

² Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University of Tirana, Tirana, Albania

³ Student of Master of Science in Environmental Protection, Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, University "A. Xhuvani", Elbasan, Albania

ORCID NO: 0000-0001-8003-7396

ABSTRACT

The specie of *Campanulaceae* family, collected in fresh conditions in two different areals of Albania, such as: Lybeshë-Tomorr and Bistricë, were analyzed based on comparative methodology for their palynomorphological features.

Pollen grains of *versicolor* specie, resulted to be triporate with circular pori, isopolar, radiosymmetric with spheroidal shape in polar view and wide oval shape in equatorial one.

The exine sculpture of pollen grains appeared echinate in pollen grains of both individuals, but it was accompanied by other elements present in exine such as: microechini and granula at pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Lybeshë-Tomorr and it was without elements at pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Bistricë.

The largest dimensions were identified to *Campanula versicolor* collected in Bistricë for all palynomorphological features and the smallest ones were also identified to *Campanula versicolor* collected in Bistricë only for length of polar and equatorial axis, while the other features were equal.

Keywords: Pollen grains, specie, exine, dimensions, *Campanula*, Albania.

INTRODUCTION

In this study is given comparative data for one specie of *Campanulaceae* family. We described the palynomorphological features of the pollen grains of two studied plant individuals giving valuable contribution for the first time to the Albania's palynological literature.

Referred to the literature available [10], *Campanulaceae* family is represented by six genres, while *Campanula* genus is represented by 29 species, from which 3 species: *versicolor*, *ramosissima* and *rapunculoides* are described for their morphological features.

As cited in the latest literature [12], the genus of bellflowers (*Campanula* L.) in Albania is represented by 50 taxa, making it one of the biggest genres. *Campanula korabensis* which changed in *C. versicolor* subsp. *korabensis* according to the latest quotes [4], is one of the endemic plants of Albania, with really limited spread within the territory of our country.

Korabensis subsp. *bicajensis* specie changed the status in terms of *versicolor* subsp. *korabensis* referred to the available literature [5].

This study aims to provide:

- The comparative analysis of morphological features of pollen grains of *versicolor* specie of *Campanula* genus collected in two different areals;
- The evidence of similarities and differences of palynological features between two plant individuals of the same specie of *Campanula* genus.

MATERIALS AND METHODS

The pollen grains of two plant individuals of *Campanula* genus were collected in fresh condition in some areas of our country such as: Lybeshë-Tomorr and Bistricë. Morphological characteristics of pollen grains were studied by using three analytical methods as follows:

- Acetolysis of Erdtman method [2];
- Acetolysis of Avetisjan method [1];
- Basic fuchsine of Smoljaninova & Gollubkova method [11].

There were prepared 3 - 5 microscope slide by different methods and they were studied by the microscope "Motic". The microscopic photos of pollen grains of the studied plant individuals with magnification X400 and X1000 taken by Pupuleku Blerina and Trokoliçi Klea.

RESULTS AND DISCUSSION

1. *Campanula versicolor* Andrews, Bot. Reposit. 6:t. 396 (1804).

Flower with different colours. Hemicryptophyte. Perennial 20-40 cm or more, usually glabrous. It was found in rocky places of field areas. Flowering: May-July. Subbalkan. Plants were collected in fresh conditions in Bistricë by Donald Shuka [10].

Pollen grains were monads and isopolar. According to the type of aperture, pollen grains were triporate with circular porus. In polar view, pollen grains had spheroidal shape, whereas in equatorial one, they had wide oval shape ($P/E=1,005$).

The exine appeared microechinate, without granula. Echini were conical, with hard tips, which formed a compact carpet and they were not more than 2 times longer than wider. The exine appeared with 2 equal layers and its thickness was about $0,86 \mu$. The cytoplasm appeared granular. The length of polar axis varied from 19,2 to 31,05 (26,5) μ , while the length of equatorial axis varied from 19,5 to 29,85 (26,37) μ . The length of pori varied from 3 to 4,95 (3,35) μ while their width varied from 3,15 to 4,95 (3,69) μ .

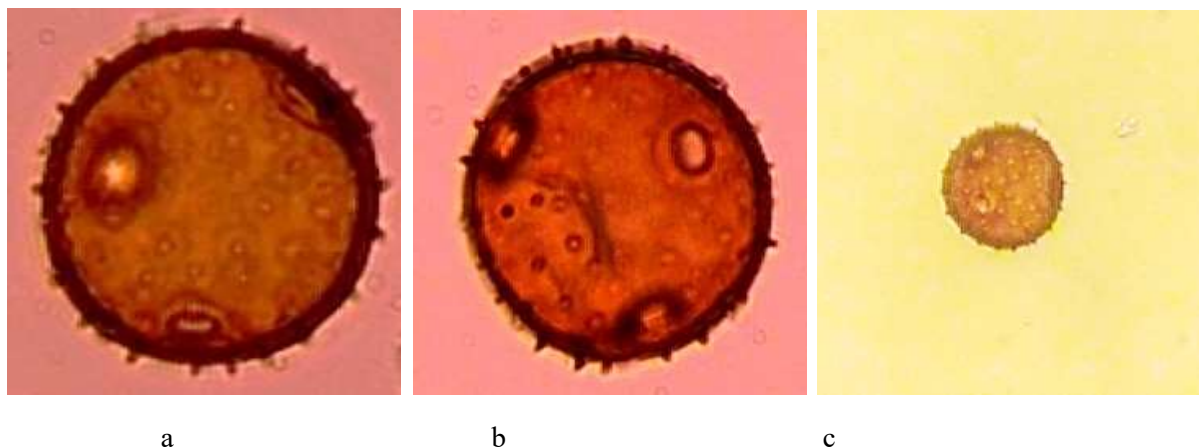


Figure 1. Pollen grains of *Campanula versicolor* (Bistricë) a: Polar position X1000; b: Equatorial position

X1000; c: Equatorial position X400

2. *Campanula versicolor* Andrews, Bot. Reposit. 6:t. 396 (1804).

The morphological features of this plant were similar to those of the *versicolor* specie collected in Bistricë. Plants were collected in fresh conditions in Lybeshë-Tomorr by Donald Shuka [10].

The general palynomorphological features of this plant collected in Lybeshë-Tomorr were also similar to those of *Campanula versicolor* collected in Bistricë, except the ratio of polar and equatorial axis, that was 0,998 (P/E=0,998).

The exine appeared microechinate. Echini were conical, with sharp tips and they were 2-3 times longer than wider, accompanied by sharp conical microechini and granula. The exine appeared with 2 equal layers and its thickness was about 0,794 μ . The cytoplasm appeared granular. The length of polar axis varied from 23,85 to 28,05 (26,76) μ , while the length of equatorial axis varied from 24,15 to 28,8 (26,8) μ . The length of pori varied from 3 to 4,35 (3,18) μ while their width varied from 3,15 to 4,65 (3,15) μ .

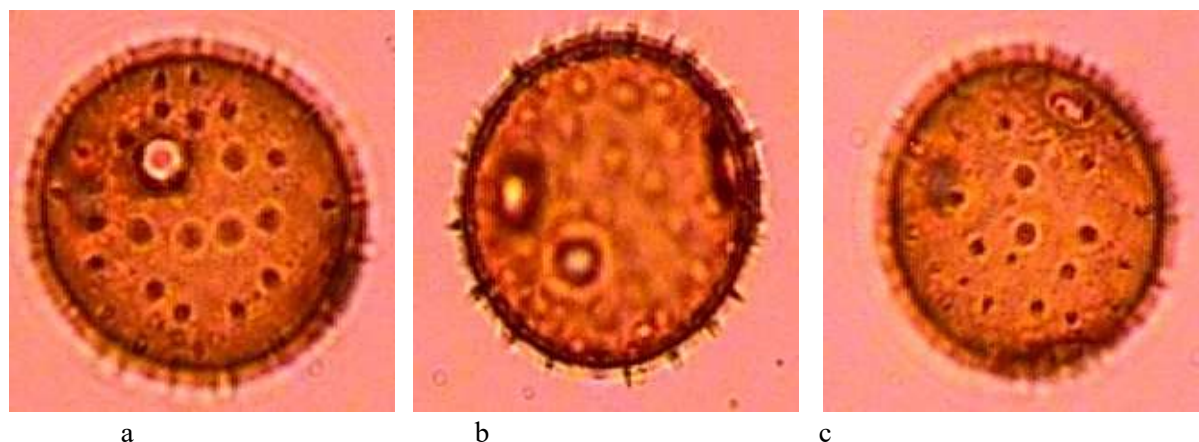


Figure 2. Pollen grains of *Campanula versicolor* (Lybeshë-Tomorr) a: Polar position X1000; b, c: Equatorial position X1000

Table 1. Minimum, average and maximum compared dimensions of pollen grains of *Campanula versicolor* collected in 2 different areals

| Palymorphological Features Species | Length of polar axis | Length of equatorial axis | Length of porus | Width of porus | Exine thickness |
|----------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Minimum <i>Campanula versicolor</i> (Bistricë) | 19,2 | 19,5 | 3 | 3,15 | 0,6 |
| Minimum <i>Campanula versicolor</i> (Mbi Lybeshë-Tomorr) | 23,85 | 24,15 | 3 | 3,15 | 0,6 |
| Average <i>Campanula versicolor</i> (Bistricë) | 26,5 | 26,37 | 3,35 | 3,69 | 0,86 |
| Average <i>Campanula versicolor</i> (Mbi Lybeshë-Tomorr) | 26,76 | 26,8 | 3,18 | 3,45 | 0,794 |
| Maximum <i>Campanula versicolor</i> (Bistricë) | 31,05 | 29,85 | 4,95 | 4,95 | 1,35 |
| Maximum <i>Campanula versicolor</i> (Mbi Lybeshë-Tomorr) | 28,05 | 28,8 | 4,35 | 4,65 | 1,2 |

Referred to available literature [3], [6], [7], [8], [9] the comparative palynomorphological study of *Campanula versicolor* collected in two different areals showed that pollen grains had many similarities and difference in:

Exine sculpture, which appeared with a compact echini carpet, where echini were not more than 2 times longer than wider, without granula in pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Bistricë and appeared without a compact echini carpet, where echini were 2 to 3 times longer than wider, accompanied by microechini and granula in pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Lybeshë-Tomorr.

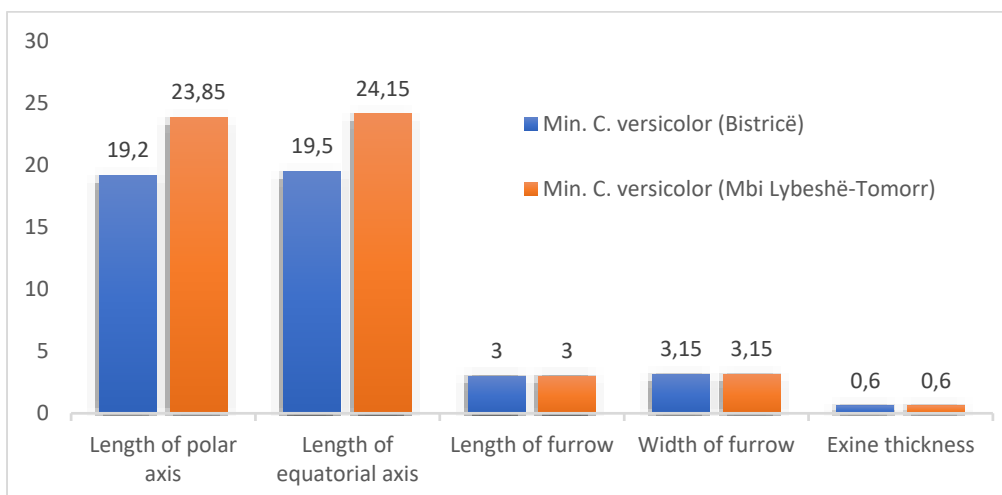


Chart 1. Minimum dimesions of pollen grains of *Campanula versicolor* collected in 2 different areals

Minimum dimensions of the length of polar and equatorial axis of pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Lybeshë-Tomorr had higher values than dimensions of pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Bistricë, while the other minimum dimensions were the same, specifically length and width of porus and exine thickness, given in chart 1.

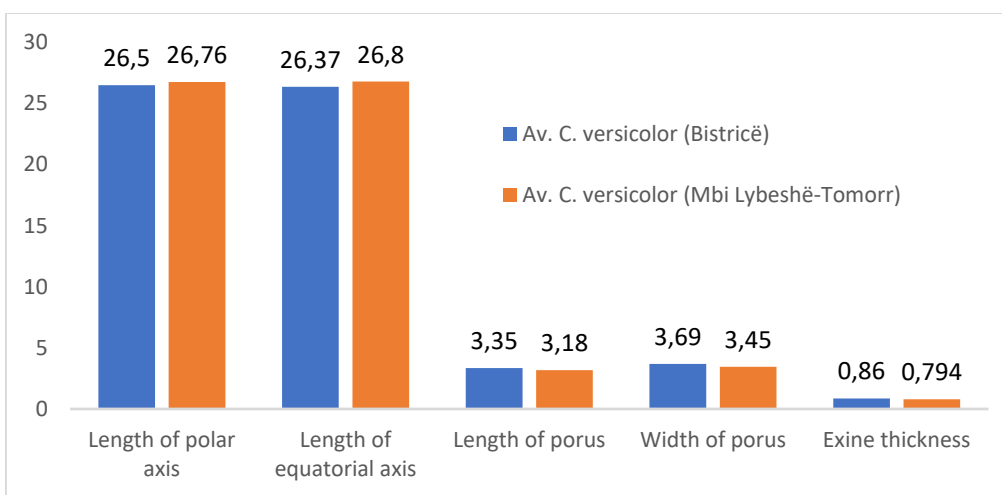


Chart 2. Average dimesions of pollen grains of *Campanula versicolor* collected in 2 different areals

Chart 2 gives data related to average dimensions of pollen grains, where we notice that pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Bisticë were smaller than pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Lybeshë-Tomorr, but their pori are bigger and exine is thicker.

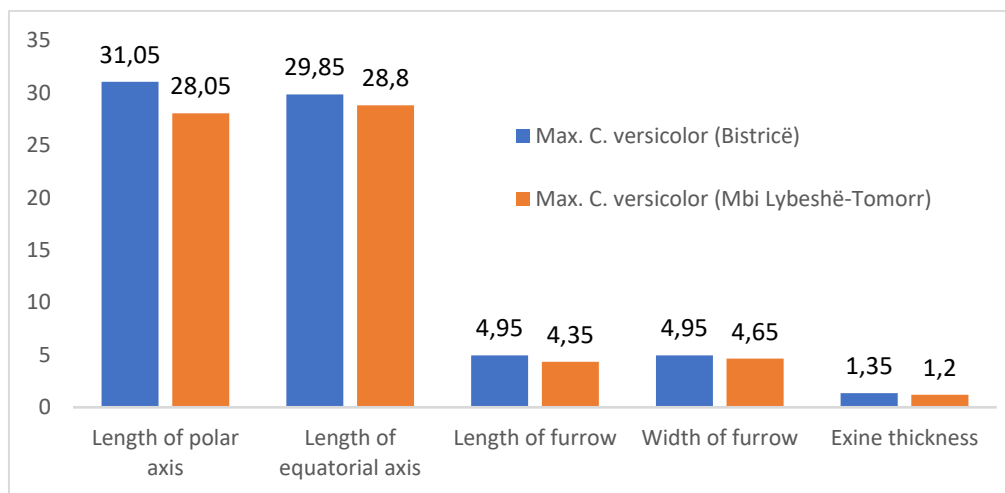


Chart 3. Maximum dimensions of pollen grains of *Campanula versicolor* collected in 2 different areals

In terms of the data from chart 3, maximum dimensions of pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Bisticë had higher values than dimensions of pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Lybeshë-Tomorr for all palynomorphological characteristics

CONCLUSIONS

Based on palynomorphological features of two plant individuals of *Campanula versicolor* collected in 2 different areals, the pollen grains differentiated in:

- Exine sculpture, which appeared with a compact short echini carpet, without granula in *Campanula versicolor* collected in Bisticë and appeared without an echini carpet, where the echini were long, accompanied by microechini and granula in *Campanula versicolor* collected in Lybeshë-Tomorr;
- In particular in average dimensions, the pollen grains of *Campanula versicolor* collected in Lybeshë-Tomorr, were bigger than those of *versicolor* specie collected in Bisticë, in term of length and width of pollen grains;
- While the average dimensions, in terms of pores dimensions and thickness of exine were bigger than those of *versicolor* specie collected in Bisticë.

REFERENCES

- [1]. Avetisjan, B. M. 1950: Uproshennij acetolinij metod obrabotniki pilci.-Botanicheskii Zhurnal 35(4): 385-386.
- [2]. Erdtman, G. 1960: The acetolysis method. - Svensk Botanicheskii Tidskrift. 54: 561 - 564.
- [3]. Faegri, K.; Iversen, J. 1989. Textbook of pollen analysis. - Ivedition , London.

- [4]. F.K.Mey. in *Hausknechtia Beih.* 15: 149– 150, fig.22. 2011 – Holotype: ALBANIA. Korab, Wiesen oberhalb Radomir, ca. 1400 m, an Felsen, 5 Aug 1959, F.K. Meyer 4759 (JE barcode JE00016705); isotype: JE barcode JE00016706.
- [5]. F.K.Mey. in *Hausknechtia Beih.* 15: 150, fig. 23. 2011 – Holotype: ALBANIA. Gjalica e Lumes, Bicaj, Eingang der Schlucht, ca. 400 m, 31 Jul 1959, F.K. Meyer 4562 (JE barcode JE00016708).
- [6]. Janković, I., Satovic, Z., Liber, Z., Kuzmanović, N., Di Pietro, R., Radosavljević, I., Nikolov, Z. and Lakušić, D., 2019. Genetic and morphological data reveal new insights into the taxonomy of *Campanula versicolor* sl (Campanulaceae). *Taxon*, 68(2), p.340- 369.
- [7]. Kapidani, G. 1996: Bazat e palinologjisë. Spore dhe polene të disa bimëve të sotme të Shqipërisë, Shtypshkronja “Sejko”, Elbasan, faqja 87 dhe 124.
- [8]. Pupuleku, B. 2002: Studimi melissopalnologjik i mjaltërave të rajonit Elbasan dhe i poleneve të disa bimëve mjaltore. - Ph D, Universiteti i Tiranës, faqe 81.
- [9]. Pupuleku, B., Shuka, L., Shuka, D., Kapidani, G., Gjeta, E., Trokoliçi, K., 2021: Comparative data on the palynomorphological features of pollen grains of two Albania’s plants of austroadriatica specie of *Campanula* genus, ISPEC 8th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, page 213, 24-25 December, Bingol, Turkey.
- [10]. Qosja, Xh., Papparisto K., Vangjeli, J., Ruçi. B. 1996: Flora e Shqipërisë, Volumi III. Akademia e Shkencave e Republikës së Shqipërisë, Tiranë. Fq. 293, 298 dhe 300.
- [11]. Smoljaninova, L. A., Gollubkova, V. F. 1953: L. A. K. Metodike issledovani pilci - Doklady Akademia Nauk SSSR T LXXXVIII. N 1: pp: 125-126.
- [12]. Shuka, D., Hoda, P., Diku, A. 2019: Përhapja e *Campanula austroadriatica* D. Lakušić & Kovacic dhe *C. montenegrina* I. Jankovic & D.Lakušić (*Campanula pyramidalis* species complex) në Shqipëri, *Bul. Shk. Ser. Nat.*, 2019. Nr. 69: 60 – 77.

AN ASSESSMENT ON LOAD-CARRYING PERFORMANCE AFTER IMPACT TEST IN SEAWATER AGED BOLTED NANOCOMPOSITE STRUCTURES

Asst. Prof. Dr. Hasan ULUS

Selçuk University, Huglu Vocational School, Konya, Turkey.

Sabancı University, Integrated Manufacturing Technologies Research and Application Center, Istanbul, Turkey

ORCID NO: 0000-0001-8591-8993

Asst. Prof. Dr. Halil Burak KAYBAL

Amasya University, Engineering and Architecture Faculty, Mechanical Engineering, Amasya, Turkey.

ORCID NO: 0000-0002-2312-7106

ABSTRACT

Bolted joints are usually favored for the assembly of composite structures due to easy maintenance and repair. Bolted composite structures can be subjected to sudden dynamic loads such as hitting an object or dropping a tool during their service life or their maintenance/repair. Therefore, dynamic loads are a severe threat to the load-carrying performance of bolted composite structures. Especially in corrosive environments, sudden catastrophic damage to the structure can occur. This study aims to experimentally assess the load-bearing performance of bolted basalt fiber reinforced epoxy composite joints after the low-velocity impact test in an artificial seawater environment for 90 days. For this, firstly, the low-velocity impact test at 15 J energy level was applied to single lap-jointed basalt laminates aged in seawater. Then, tensile tests were conducted to determine the load-carrying capacities of the bolted basalt composite structures after the low-velocity impact test. Moreover, the epoxy matrix components of the composite structures were reinforced with halloysite nanotubes to improve the load-carrying performance of the bolted composite structures. The test results showed a decrease of almost 14% in the load-bearing performance of the reference bolted basalt composite specimens after the impact test, while a 10% decrease was observed in the halloysite nanotube-reinforced nanocomposite specimens in the nonaged environment. On the other hand, load-carrying performances of reference samples with induced-impact damage and nanocomposite counterparts decreased by 15% and 10% after 90 days of aging, respectively, compared to nonaged samples. The obtained results supported that the halloysite reinforcing positively affected the load-carrying performances of bolted basalt composite structures after the impact test in the seawater aging.

Keywords: Basalt Fiber, Halloysite, Load-Carrying, Impact Test, Tensile, Seawater Aging

INTRODUCTION

Recently, natural fibers have been frequently preferred as reinforcing members for polymer composites due to their environmental friendliness, lightness, and low cost. Among natural fibers, basalt fibers, which are superior to glass fibers and an excellent alternative to carbon fibers, are widely used in scalable polymer composites such as marine, automotive, aircraft, sporting equipment, and civil applications [1, 2]. Considering the sectors in which composites are used, it is understood that composites serve under various harsh service conditions.

On the other hand, seawater and dissolved ions can leak into the structure by diffusion in a marine composite

structure. Next, it can cause hydrolysis of the polymer, reducing the performance of the composite and aging the structure [3]. The chemical structure of the polymer, the degree of curing, the contains of macro/nano reinforcement, the ambient pH level, and the exposition time with the environment are important parameters affecting the aging of the composite [4, 5]. Ma et al. have reported that they found up to 90% reductions in tensile strength of BFRPs aged for about 6 months in water and alkaline environment at different temperatures [6]. Davies and Verbooue have stated that after reaching the saturation limit of BFRPs aged in seawater, the shear strength between layers decreased by about 20% [7]. Kim et al. have found that after seawater aging, the vibration damping coefficient of BFRPs increased by about 50%, but the fracture toughness decreased by about 20% [8].

Moreover, composites operating under harsh environmental conditions can also be exposed to various impact loadings, i.e., a foreign object hitting an aircraft, a tool piece falling into the structure during maintenance/repair, or the boat hitting the pier [9, 10]. Out-of-plane stresses produce bending and shear stresses that cause damage to the composite material in the thickness direction, such as matrix cracking, delamination, debonding, and fiber breakage. This effect, called barely visible impact damage (BVID), can significantly reduce structural strength. More importantly, these damages are not noticeable [11]. Therefore, it is essential to improve after-impact residual strength to ameliorate the damage tolerance of composite materials [12].

With the development of nanotechnology and nanomaterials, research on hybrid materials has been carried out recently. Studies have shown that nanocomposite structures have extraordinary properties by dispersing nanomaterials (layered silicates, carbon nanotubes, graphene or graphite oxide, and metal oxides) in a polymer matrix [13]. In this context, the nanocomposites produced by adding nanoparticles in small weight ratios into the polymer have provided new opportunities to design more durable and stronger polymer composites for many modern advanced material applications [14]. The improvement in the properties of polymer nanocomposites is due to the interaction between high specific surface area nanoparticles and polymer chains [15]. When good particle-polymer interactions occur at the interface, a boundary layer with different properties from the main matrix forms around the nanoparticles, and this affects the macroscopic properties of the resulting composite [16].

Halloysite nanotubes are naturally occurring low-cost aluminum silicate clay [17, 18]. Recently, it has attracted attention as a new nano-reinforcing material to increase the mechanical and thermal properties of polymers [19, 20]. Ye et al. have detected that the impact resistance of HNT modified nanocomposites increased 4 times [21]. Deng et al. reported that nanocomposites' fracture toughness was improved by 47% with the HNT modification [22]. Ye et al. have reported that the impact resistance of composites containing 2% HNT enhanced by 25% [23]. Additionally, several researchers have declared that matrix modification with HNTs significantly improves the aging performance of the composite [5, 9, 10, 24-27].

Despite the extensive bibliography published on the mechanical characterization of modified composites, no studies have focused on the post-impact residual mechanical performance of bolted composite joints, which are widely used in the composite industry, considering the aging effect under service conditions. This study investigated after-impact tensile properties of basalt fiber reinforced epoxy composite bolted joints due to aging in seawater. Additionally, it was aimed to improve impact tolerance by modifying BFRP composites with HNTs.

MATERIALS&METHODS

The woven basalt fiber [0/90] with an areal density of 300 gr/m² was bought from Tila Composite. Its matrix adherent was MGS L 160 low-velocity Epoxy with MGS H160 curing agent supplied from Dost Kimya Company. Halloysite nanotubes with 98 % purity were taken Eczacıbaşı Esan Company.

The manufacturing of laminated composite materials was carried out by combining two different methods.

First, the unmodified or HNT-modified epoxy mixture was impregnated on the garnered fiber by hand lay-up technique. Second, the impregnated stacked fiber layers were bagged with a vacuum bag, and the excess epoxy mixture was evacuated from the fabrics. Please review our previous work for detailed mixture preparation and composite production [9, 24].

Single lap bolt joints of laminated composites were performed according to ASTM D5961 with dimensions of 135x36x4 mm (Figure 1). Drilling operations were carried out diameter in 6 mm at low feed rates. The assembly processes were completed by using fasteners suitable for the hole diameter. To avoid undesirable results during the test, bolts were tightened by a torque of 15 Nm, and the mechanical fasteners were renewed after each test. Then, the prepared bolted composite structures were immersed in an aqueous solution containing 6% salt by weight for 90 days to observe the seawater effect used in marine applications (Figure 2). The samples' edges were also sealed with epoxy to prevent water diffusion through the saw cut surfaces and minimize the drastic effect of aging.

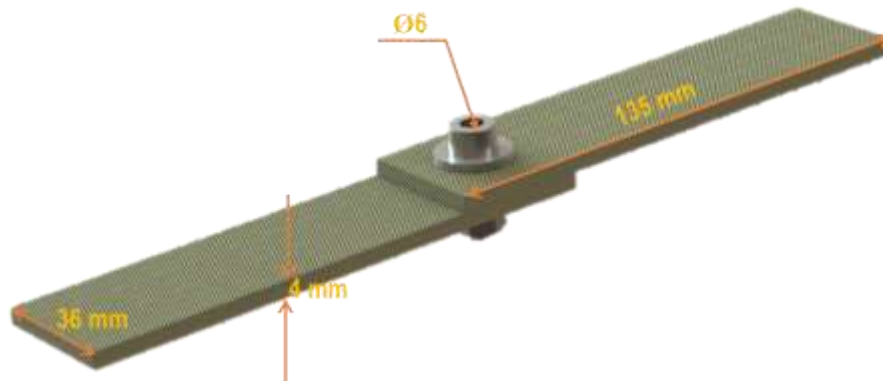


Figure 1. Assembled bolted composite structure with geometric dimensions

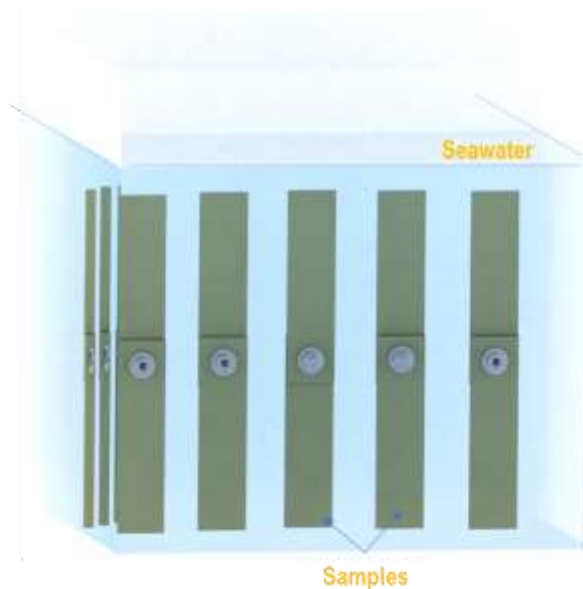


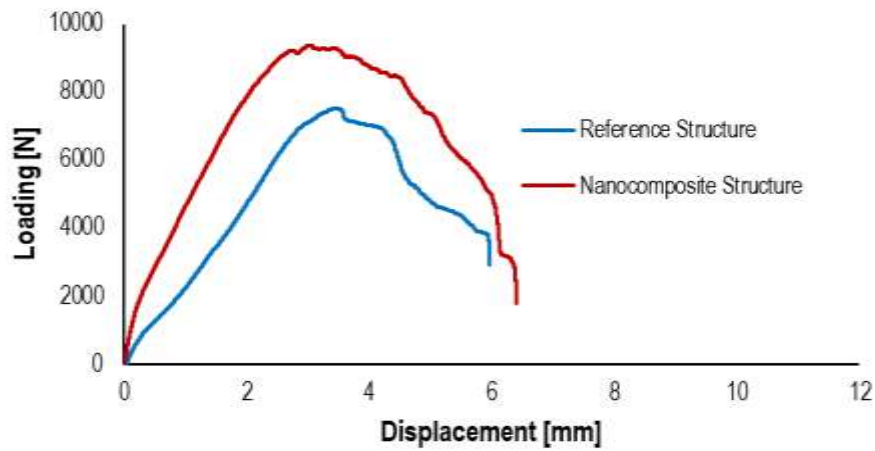
Figure 2. Schematic representation of aging pool for bolted composite structures

The impact tests were conducted at 15 J impact energy using a hemispherical impactor, which weights 8.6 kg and diameters of 12 mm, with a height of adjustable impactor. Tensile tests were carried out after impact and seawater aging according to ASTM D5961 using a Shimadzu AGS X test machine under a 2 mm/min crosshead speed. The bearing stress is also calculated with equation 1.

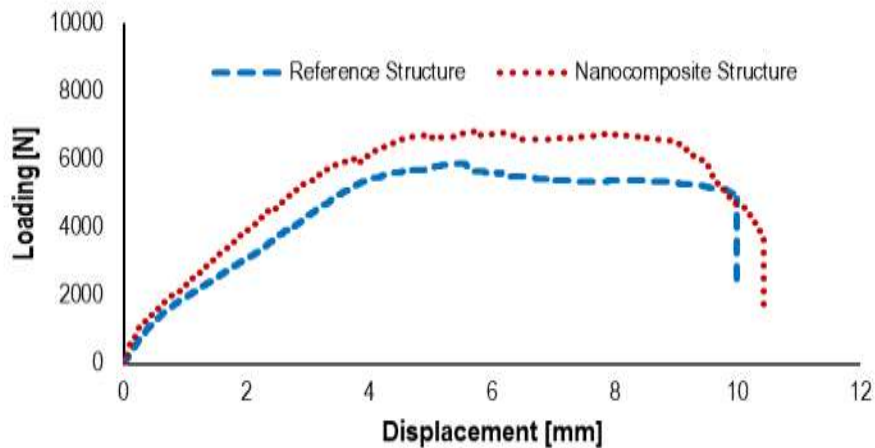
$$\sigma_{bearing} = \frac{P_{mx}}{D.t} \quad (1)$$

RESULTS AND DISCUSSIONS

Load-carrying curves of bolted composite structures after the impact tests at 15 J energy level and seawater aging are given in Figure 3. From the data in Figure x, it is clear that the load-carrying capacity and deflection of bolted nanocomposite structure under bearing load are seen to be better than the reference structure. In Figure 3(a), the maximum load-carrying capacity of the non-aged reference structure after the impact test at 15 J energy level was measured as 7530 N, while it reached up to 9379 N for the nanocomposite structure. In our previous study on the bearing performance of bolted structures, we found the loads carried by the bolted basalt structures as 8835.8 N and 10499.7 N for the reference and nanocomposite structures under normal conditions, respectively [24]. Apparently, after the impact test, the load-carrying performances of composite structures are decreased by 14% and 10%, respectively, in the reference and nanocomposite counterparts. The impact energy absorbed by bolted composite samples indicates damage formation around the impact Region [9]. Primary damage at low energies is usually in the form of matrix cracking and delamination. These damage formations after the impact test reduced the load-bearing capacities of the bolted composite structures. In another study, we determined on the impact test performance of bolted composites that the reference composite structure absorbs 13% more energy than the nanocomposite structure at an energy level of 15 J [10]. This meant more damage intense for the reference structure. As a result, after the impact test, it emerged as a lower load-bearing performance in the reference composite structure. Moreover, it is clear that the seawater aging recognizably diminishes the load-carrying after the 90 days of aging in seawater while the displacements of bolted samples increase compared to the non-aged impacted samples (Figure 3(b)). After 90 days of aging in seawater, the reference sample carries a load of 6345 N in tensile tests after impact test, while the HNT-doped nanocomposite sample has a load-carrying capacity of 8388 N. In the load-bearing performance after the impact test at 15 J energy level, there is a decrease of 15% in the undoped bolted structure and 10% in the bolted nanocomposite structure with the effect of aging in seawater. Both aging and dynamic impact loads cause a 28% decrease in the reference bolted structure and 20% in the bolted nanocomposite structure compared to the unaged and non-impact samples in our previous study. As a result, it is seen that the dynamic impact load combined with seawater aging can threaten the service life of bolted composite structures. However, HNT reinforcement in the bolted nanocomposite structure exhibited an effective behavior in load carrying performance. Ulus et al. stated that HNT reinforcement could improve the mechanical performance of the composite structure with nanotoughness mechanisms such as crack pinning, crack deflection and crack bridging in the epoxy polymer [27].



a)



b)

Figure 3. Load-displacement curves a) Nonaged specimens b) After 90 days of immersion

Bearing strength is calculated according to equation (1) and given in Figure 4. A drastic decrease in bearing strengths is determined due to both after impact test at 15 J energy level and seawater aging for bolted composite structures. After the impact test, the bearing strength values of 313.77 and 390.79 MPa were calculated for the bolted reference and nanocomposite structures, respectively. After the impact test performed after 90 days of seawater aging, the strength decreases in bolted unmodified and HNT-modified structures was 15.7% and 10.5%, respectively.

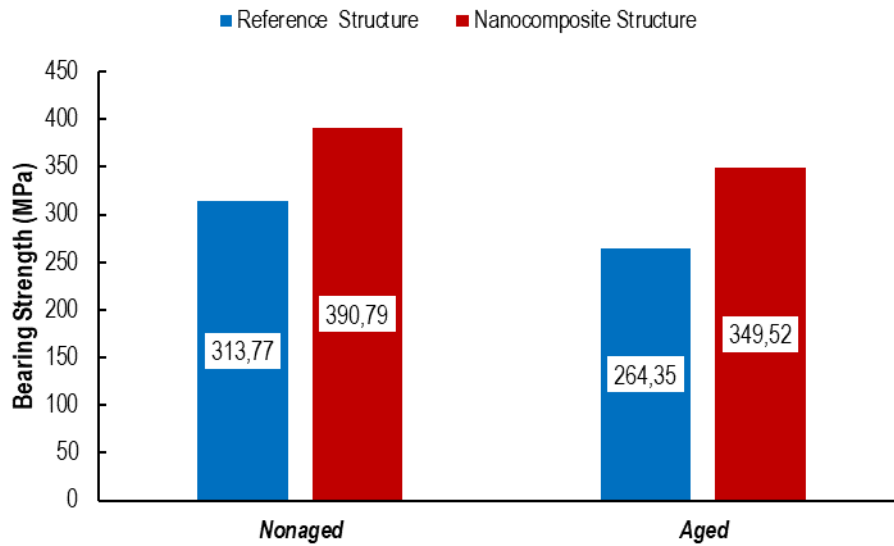
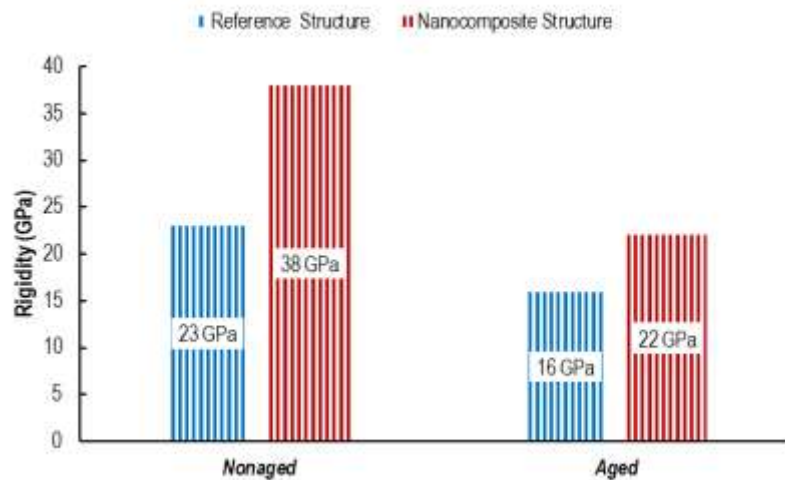
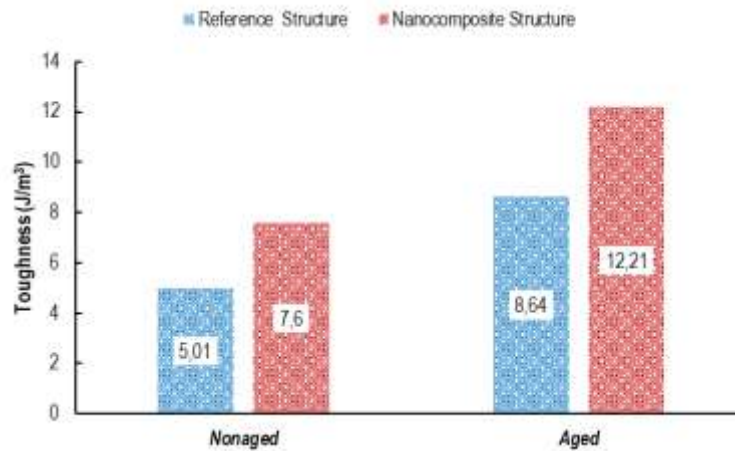


Figure 4. Bearing strength of bolted composite structures after impact test at 15 J energy level

Bearing rigidities against elastic deformation of bolted composite structures are given in Figure 5 (a). The rigidity of the nonaged specimens after the impact test was 23 and 38 GPa for the reference and modified composite structure, respectively. After 90 days of aging, the rigidities of the bolted structures decreased to 16 and 22 GPa, respectively. On the other hand, the energies absorbed by the bolted specimens until they break are expressed as toughness. Figure 5(b) shows the toughness value of bolted composite structures. While the post-impact toughness values of the structures were 5.01 J/m³ for the reference sample, it was calculated as 7.6 J/m³ for the nanocomposite counterpart. It is also observed that the toughness value of the samples increases with aging.



a)



b)

Figure 5. Mechanic performance values of bolted composite structures a) Rigidity b) Toughness

CONCLUSION

This study set out to inquire about the influences of the HNT particle addition and seawater aging on the load-carrying performance after the impact test of bolted basalt fiber reinforced epoxy nanocomposite structures. Load-carrying after impact tests revealed that the load-carrying performance of bolted nanocomposite structures was significantly enhanced by the HNTs doping. After the 15 J energy impact test, the bolted composite samples lost their load-carrying performance by 14% for the reference structure and 10% for the nanocomposite structure. On the other hand, the load-bearing performances after the impact test of the bolted specimens were examined following 90 days of aging in seawater. As a result, there was a 15% decrease in the load-carrying capacity of the unmodified bolted structure and 10% in the HNT modified composite structure compared to the nonaged samples. Consequently, the HNT reinforcement help to enhance the load-carrying behavior of seawater aged bolted composites structure after impact test. However, how these load-carrying behavior of bolted composite structures act after impact test at different impact energies is also an unknown in the literature and the unknown is a part of our future works.

ACKNOWLEDGEMENT

This project was financed by The Scientific Research Projects Coordinatorship of Amasya University with Project number FMB-BAP 21-0510.

REFERENCES

- [1] Fiore V, Scalici T, Di Bella G, Valenza A. A review on basalt fibre and its composites. *Composites Part B: Engineering*. 2015;74:74-94.
- [2] Dhand V, Mittal G, Rhee KY, Park S-J, Hui D. A short review on basalt fiber reinforced polymer composites. *Composites Part B: Engineering*. 2015;73:166-80.

- [3] Baley C, Davies P, Grohens Y, Dolto G. Application of interlaminar tests to marine composites. A literature review. *Applied composite materials*. 2004;11(2):99-126.
- [4] Buehler F, Seferis J. Effect of reinforcement and solvent content on moisture absorption in epoxy composite materials. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2000;31(7):741-8.
- [5] Alamri H, Low IM. Effect of water absorption on the mechanical properties of nano-filler reinforced epoxy nanocomposites. *Materials & Design*. 2012;42:214-22.
- [6] Ma G, Yan L, Shen W, Zhu D, Huang L, Kasal B. Effects of water, alkali solution and temperature ageing on water absorption, morphology and mechanical properties of natural FRP composites: Plant-based jute vs. mineral-based basalt. *Composites Part B: Engineering*. 2018;153:398-412.
- [7] Davies P, Verbouwe W. Evaluation of basalt fibre composites for marine applications. *Applied Composite Materials*. 2018;25(2):299-308.
- [8] Kim MT, Rhee KY, Jung I, Park SJ, Hui D. Influence of seawater absorption on the vibration damping characteristics and fracture behaviors of basalt/CNT/epoxy multiscale composites. *Composites Part B: Engineering*. 2014;63:61-6.
- [9] Kaybal HB, Ulus H, Eskizeybek V, Avcı A. An experimental study on low velocity impact performance of bolted composite joints-part 2: Influence of long-term seawater aging. *Composite Structures*. 2021;272:113571.
- [10] Kaybal HB, Ulus H, Eskizeybek V, Avcı A. An experimental study on low velocity impact performance of bolted composite joints part 1: Influence of halloysite nanotubes on dynamic loading response. *Composite Structures*. 2021;258:113415.
- [11] Andrew JJ, Arumugam V, Saravanakumar K, Dhakal HN, Santulli C. Compression after impact strength of repaired GFRP composite laminates under repeated impact loading. *Composite structures*. 2015;133:911-20.
- [12] Tan W, Falzon BG, Chiu LN, Price M. Predicting low velocity impact damage and Compression-After-Impact (CAI) behaviour of composite laminates. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2015;71:212-26.
- [13] Ajayan PM, Schadler LS, Braun PV. *Nanocomposite science and technology*: John Wiley & Sons; 2006.
- [14] Gorrasi G, Pantani R, Murariu M, Dubois P. PLA/H alloysite nanocomposite films: water vapor barrier properties and specific key characteristics. *Macromolecular Materials and Engineering*. 2014;299(1):104-15.
- [15] Crosby AJ, Lee JY. Polymer nanocomposites: the “nano” effect on mechanical properties. *Polymer reviews*. 2007;47(2):217-29.
- [16] Jouault N, Moll JF, Meng D, Windsor K, Ramcharan S, Kearney C, et al. Bound polymer layer in nanocomposites. *ACS Macro Letters*. 2013;2(5):371-4.
- [17] Hanid NA, Wahit MU, Guo Q, Mahmoodian S, Soheilmoghaddam M. Development of regenerated cellulose/halloysites nanocomposites via ionic liquids. *Carbohydrate polymers*. 2014;99:91-7.
- [18] Yuan P, Tan D, Annabi-Bergaya F. Properties and applications of halloysite nanotubes: recent research advances and future prospects. *Applied Clay Science*. 2015;112:75-93.
- [19] Prashantha K, Schmitt H, Lacrampe M-F, Krawczak P. Mechanical behaviour and essential work of fracture of halloysite nanotubes filled polyamide 6 nanocomposites. *Composites Science and Technology*. 2011;71(16):1859-66.

- [20] Prashantha K, Lacrampe M-F, Krawczak P. Processing and characterization of halloysite nanotubes filled polypropylene nanocomposites based on a masterbatch route: effect of halloysites treatment on structural and mechanical properties. *Express Polymer Letters*. 2011;5(4).
- [21] Ye Y, Chen H, Wu J, Ye L. High impact strength epoxy nanocomposites with natural nanotubes. *Polymer*. 2007;48(21):6426-33.
- [22] Deng S, Zhang J, Ye L, Wu J. Toughening epoxies with halloysite nanotubes. *Polymer*. 2008;49(23):5119-27.
- [23] Ye Y, Chen H, Wu J, Chan CM. Evaluation on the thermal and mechanical properties of HNT-toughened epoxy/carbon fibre composites. *Composites Part B: Engineering*. 2011;42(8):2145-50.
- [24] Kaybal HB, Ulus H, Avcı A. Seawater Aged Basalt/Epoxy Composites: Improved Bearing Performance with Halloysite Nanotube Reinforcement. *Fibers and Polymers*. 2021;22(6):1643-52.
- [25] Ulus H, Kaybal HB, Eskizeybek V, Avcı A. Enhanced salty water durability of halloysite nanotube reinforced epoxy/basalt fiber hybrid composites. *Fibers and Polymers*. 2019;20(10):2184-99.
- [26] Ulus H, Kaybal HB, Eskizeybek V, Avcı A. Halloysite nanotube reinforcement endows ameliorated fracture resistance of seawater aged basalt/epoxy composites. *Journal of composite materials*. 2020;54(20):2761-79.
- [27] Ulus H, Kaybal HB, Eskizeybek V, Avcı A. Significantly improved shear, dynamic-mechanical, and mode II fracture performance of seawater aged basalt/epoxy composites: The impact of halloysite nanotube reinforcement. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. 2021;24(4):1005-14.

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF URBANIZATION ON FLOOD SUSCEPTIBILITY USING TWI (TOPOGRAPHIC WETNESS INDEX): A CASE STUDY OF THE KAHRAMANMARAS CITY

KENTLEŞMENİN SEL DUYARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN TWI (TOPOĞRAFİK ISLAKLIK İNDEKSİ) KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ: KAHRAMANMARAŞ ŞEHİRİ ÖRNEĞİ

Dr. Hurem DUTAL

Kahramanmaras Sutcu Imam University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Kahramanmaras, Turkey.

ORCID NO: 0000-0002-0944-6872

ABSTRACT

Flood events are one of the hazards responsible for a significant portion of disasters in the world. However, it is accepted as a normal hydro meteorological phenomenon as long as it remains within the limits of nature's own balance. In this context, it is human-induced activities that turn flood events into a disaster. One of these human-induced activities is urbanization. Urban development that is not in harmony with nature leads to floods and torrents that cause loss of life and property. Today, the approach adopted to minimize the effects of flood disasters is flood risk management. Identifying flood-susceptible areas is an important component of this approach. TWI is a physically based indicator of the influence of topography on the direction and accumulation of runoff. In this context, it is aimed to reveal the change in the flood-susceptible areas in the city of Kahramanmaras during the urbanization process by using TWI in the present study. The change in urban areas in Kahramanmaras was determined by the land use maps of the years 1990 and 2018 obtained from the CORINE database. TWI was used to produce flood susceptibility maps for both years. These flood susceptibility maps were divided into 5 classes, namely very low, low, moderate, high, and very high. Then both maps were compared to each other. According to the results, while there was almost no change in the distribution of flood susceptibility classes in the study area, it was determined that there were significant changes in the areas of susceptibility classes during urbanization. It was found that the areas in the very low class increased by 84.78%, while the areas in the low, moderate, high, and very high classes increased by 83.53%, 92.04%, 77%, and 95.33%, respectively. Finally, it can be said that TWI is a useful tool that decision-makers can use for flood risk management.

Keywords: Flood, TWI, Urbanization, Flood risk management.

ÖZET

Sel olayları dünyadaki afetlerin önemli bir bölümünden sorumlu olan tehlikelerden birisidir. Ancak, sel doğal denge sınırları içerisinde kaldığı sürece olağan bir hidrometeorolojik olay olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda sel olaylarını bir afete dönüştüren insan kaynaklı faaliyetlerdir. Bu insan kaynaklı faaliyetlerden birisi de kentleşmedir. Doğayla barışık olmayan kentsel yapılaşma can ve mal kayıplarına neden olan sel ve taşkınlara neden olmaktadır. Günümüzde sel afetlerinin etkilerini en aza indirmek amacıyla sel risk yönetimi yaklaşım benimsenmiştir. Sele duyarlı alanların belirlenmesi bu yaklaşımın önemli bir bileşenidir. TWI is a physically based indicator of the influence of topography on the direction and accumulation of runoff. TWI topğrafyanın yüzeyel akışın yönü ve birikimi üzerindeki etkisinin fiziksel temelli bir göstergesidir. Bu bağlamda bu çalışmada Kahramanmaraş şehrinde kentleşme süreci içerisinde sele duyarlı alanlarda meydana gelen değişimin TWI ile ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Kahramanmaraş şehrinde kent alanlarında meydana gelen değişim CORINE veri tabanından elde edilen 1990 ve 2018 yıllarına ait arazi kullanım haritaları ile belirlenmiştir. Her iki yıl için sel duyarlılığı haritalarını üretmek için TWI kullanılmıştır. Bu sel duyarlılığı haritaları çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere 5 sınıfa ayrılmıştır. Ardından her iki yıla ait haritalar karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çalışma alanında kentsel gelişim sürecinde sel duyarlılık sınıflarının dağılımında neredeyse bir değişiklik olmazken, duyarlılık sınıflarının alanlarında önemli değişimler olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında çok düşük sınıfta bulunan alanların %84.78 artarken düşük, orta, yüksek ve çok yüksek sınıflarındaki alanların sırasıyla %83.53, %92.04, %77 ve %95.33 arttığı görülmüştür. Son olarak TWI'nın karar vericilerin sel risk yönetiminde kullanabileceği faydalı bir araç olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Sel, TWI, kentleşme, sel risk yönetimi.

INTRODUCTION

Events originating from nature and human actions, which cause economic and social damage to human communities, interrupt social life and human activities for a certain period of time are defined as "disaster" in general terms (Korkanç and Korkanç, 2006). These events with the potential to create disaster are called hazard. Hazard refers to all events that are natural, technological and human-induced and that can lead to physical, economic and social losses. Events such as flood, earthquake, drought, landslide, volcanic eruption are among the events included in the concept of hazard (Akay, 2019). However, the fact that an event can turn into a disaster does not only depend on the occurrence of the hazard. Disaster occurs when hazard causes loss of life and property, physical, social, economic, political, and environmental losses, and damages in a certain place and time (Erkan, 2010).

Flood events are one of the hazards responsible for a significant portion of disasters in the world (UNDDR, 2019; Dölek and Avcı, 2017). Flood is briefly defined as the temporary increase in water amount in a certain area (Uddin and Matin, 2021). It is accepted as a normal hydro meteorological phenomenon as long as it remains within the limits of nature's own balance. In this context, it is human-induced activities that turn flood events into a disaster (Tomar et al., 2021). One of these human-induced activities is urbanization (Yazar, 2007). While the world population is increasing rapidly, most of this increase is concentrated in urban areas, especially in developing countries (United Nations, 2018). Due to the employment opportunities, large populations have moved to cities and this has accelerated the urbanization process. While rapid urbanization has caused inadequacies in the provision of urban public services, the social, physical, and economic structure of cities has also changed (Balamir, 2002; Erdik, 2002).

Due to this urban construction, which is not in harmony with nature, rainfall and surface waters cannot be absorbed by the soil, flows rapidly and cause flood events in the region with the lower elevation and underpasses in the city (Kadioğlu ve Özdamar, 2008). Especially in regions where there is unplanned settlement and construction, the water flow in intermittent and ephemeral stream during heavy rains increases in a short time and causes damage to the properties as well as loss of life (Ertan and Çelik, 2021). The effects of flooding in cities are predicted to worsen over the next few decades. This situation requires that urban floods must be managed in a way that not only prevents loss of life and property, but also does not hinder the sustainable development of the city (Kadioğlu, 2019).

Nowadays, the approach adopted to minimize the effects of flood disasters is flood risk management. The focus of this approach is on the risk to people or property. This approach considers not only water management measures, but also measures to reduce community's vulnerability (FLOODsite, 2009). Risk is formed by the intersection of hazard and the vulnerability of societies. Since the occurrence of the hazards cannot be prevented in order to reduce the risk, reducing the vulnerability of the society is seen as the only option. If people do not settle in stream beds, but create systems for the flooding of rivers, flooding will remain just a meteorological event. In all other cases, the magnitude of the disaster will change in direct

proportion to the risk taken by human beings. In this context, the identification of flood-susceptible areas seems to be a simple and useful tool that can be used in flood risk management, both in reducing vulnerability and in considering flood risk in the urban development process.

TWI is a physically based indicator of the influence of topography on the direction and accumulation of runoff. The index has applications in a variety of fields, such as rainfall-runoff modeling, erosion susceptibility, forest fire risk assessment, potential gully sites, simulation of the spatial distribution of soil moisture, and precision agriculture (Beven and Kirkby, 1979; Qin et al., 2011; Vijith and Dodge-Wan, 2019; Sharma, 2010; Lee et al., 2018; Assefa et al., 2015). TWI can be calculated using both geographic information systems (GIS) and a programming software, Python. The index helps to identify flow patterns, areas with relatively higher soil moisture, and ponding areas (Berhanu and Bisrat, 2018). TWI is also used to raise awareness about flood risk and to reduce flood losses (Ballerine, 2017).

In the light of this information, it is aimed to reveal the changes in the flood-susceptible areas by using TWI in the city of Kahramanmaras during the urbanization process.

MATERIAL AND METHODS

Study Area

In this study, the city center of Kahramanmaras was chosen as the study area. Kahramanmaras city is located in the Mediterranean Region of Turkey, between 37° 11' and 38° 36' N latitudes and 36° 15' and 37° 42' E longitudes (Figure 1). Mediterranean climate type is dominant in the city center. While the highest amount of precipitation falls in December, the lowest falls in August. The lowest temperature in the study area is in January, while the highest is experienced in August (GDMS, 2020). In the study area, short-term heavy rains occur in summer, which is one of the general characteristics of the Mediterranean climate type. For example, a flood disaster occurred in the study area after such a rain in 2018. In addition to this event, the flood disasters that caused loss of life and property also occurred in the historical process in the study area (Sarigul and Turoglu, 2020).

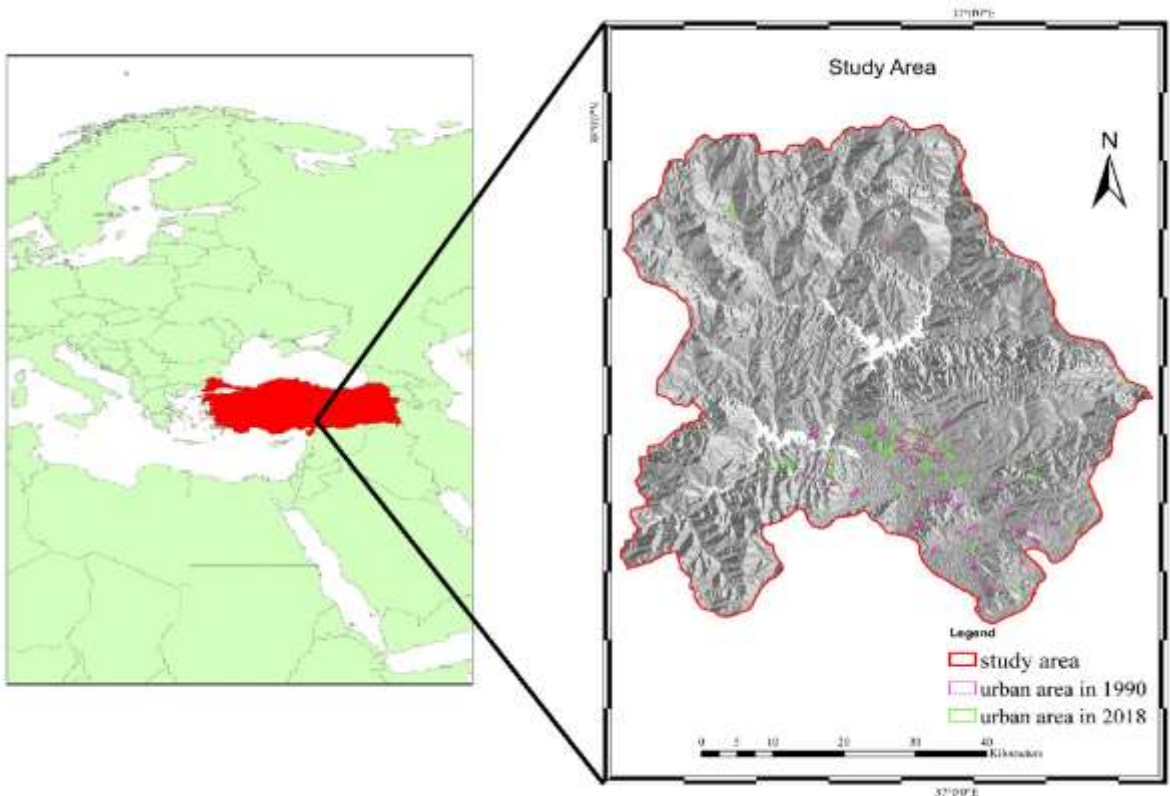


Figure 1. Study area

The population of the study area has increased continuously in the historical process, especially due to the thriving industrialization and migration phenomenon since the 1950s. The population, which was 54,000 in the 1950s, increased to 326,000 in 2000 (Karabörk and Sandal, 2018). In 2020, the population of the city reached 520,000. With this increases, urban areas in Kahramanmaraş have also expanded. Expansion in urban areas still continues in the study area.

Methods

Topographic wetness index (TWI) is based on the idea that the topography of a land is determinative on both the distribution of water and areas where water accumulation will occur. This index was firstly developed by Beven and Kirkby (1979) for the TOPMODEL, which is based on the assumption that hydraulic slope can be predicted by topographic slope. TOPMODEL simulates topography, groundwater and surface-water interactions to determine which areas are more likely to be saturated with water and therefore have a higher potential for surface ponding. Surface ponding is defined as stagnant water within hollow areas on concrete surfaces, in areas where rainwater cannot infiltrate into the surface or surface soils become saturated (Buchanan et al., 2014; Ballerine, 2017).

TWI is calculated by evaluating flow direction, flow accumulation, slope and various geometric functions derived using GIS software. The final result is a raster layer showing areas of depression where water is likely to accumulate (Berhanu and Bisrat, 2018). The formula used to calculate the TWI for a point is:

$$I = \ln(a/\tan\beta)$$

where I is the index value, a is the upslope contributing area and β is the local slope gradient (Sharma and Singh, 2017).

TWI values are dimensionless and vary depending on the topographic profile of the relevant area and the

resolution of the DEM. TWI values generally range from -3 to 30. Lower index values indicate areas with steeper slopes and therefore less potential for ponding. Higher values represent areas where the accumulation potential for runoff is greater. These areas have the lower slope and wider the upslope contributing area (Sharma, 2010).

Both “ α ” and “ β ” can be calculated using a Digital Elevation Model (DEM) of the study area. The level of detail and accuracy of TWI results varies depending on the spatial resolution of the DEM. TWI analysis results with less detail and accuracy can be obtained with low-resolution DEMs, while using high-resolution DEMs will provide more detailed and accurate results. The topographical data required for TWI calculation in this study were derived from ASTER DEM with 30*30 resolution downloaded from NASA's earthdata website (Bhat et al., 2019). The TWI maps in this study were divided into 5 classes as very low, low, moderate, high and very high. The natural break method was used to determine the classes.

The CORINE database was used to determine the change in urban areas in the study area. In this context, the boundaries of urban areas in the study area for 1990 and 2018 were determined according to the CORINE database (CORINE, 2018). Considering these boundaries, TWI maps for both years were generated. All these processes were carried out using the ArcGIS 10.3 program (ESRI, 2015).

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, changes in flood susceptibility in the urban development process were examined based on TWI. When the flood susceptibility in urban areas was examined for the year 1990, 9.42% of the study area was in the very low class, while 49.47% was in the low class. While 31.30% of the study area was subject to moderate flood susceptibility, 9.06% and 0.75% were subject to high and very high susceptibility, respectively.

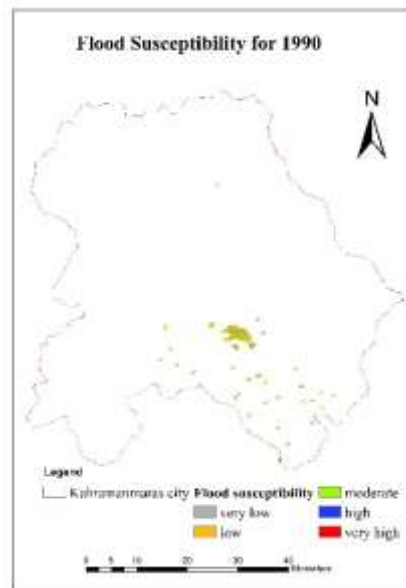


Figure 2. Flood susceptibility map for the year 1990

When the flood susceptibility was investigated for 2018, 9.37% of the study area was in the very low susceptibility class, while 48.86% was in the low susceptibility class. While 32.25% of the study area was subject to moderate susceptibility, 8.63% and 0.79% were subject to high and very high susceptibility, respectively.

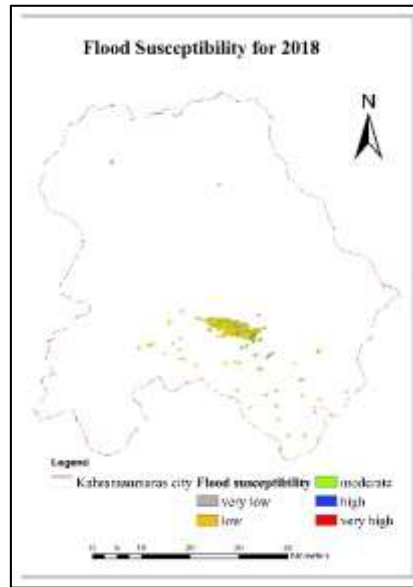


Figure 3. Flood susceptibility map for the year 2018

It was determined that there was almost no change in the distribution of susceptibility classes within the urban areas of 1990 and 2018 (Table 1). This situation can be attributed to the expansion of urban areas on the areas with similar topography (Figure 4) and also without taking into account the flood risk in the study area.

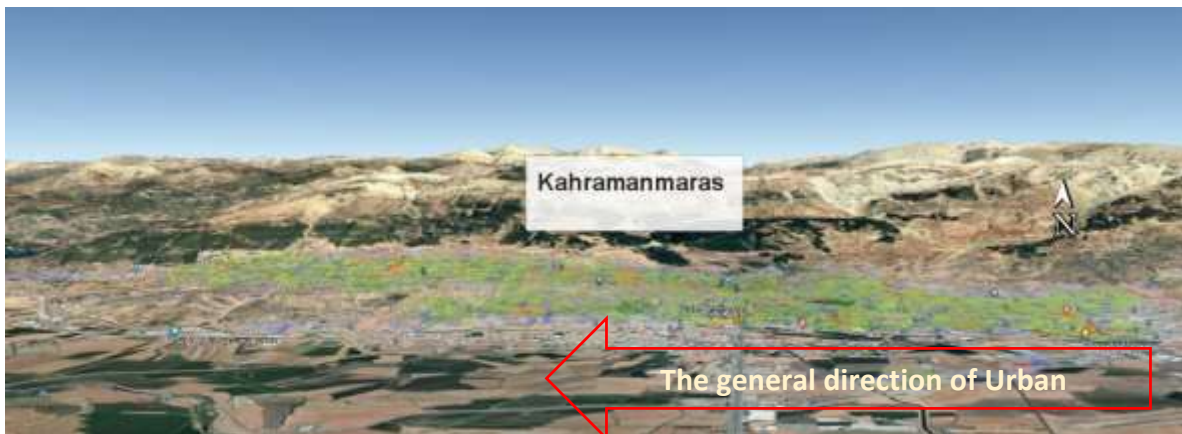


Figure 4. A view of Kahramanmaras city center (from google earth)

However, there has been an increase of more than 70% in the areas of all risk classes. While there was an increase of 84.78% in the surface area of very low class in the study area, there was an increase of 83.53% in the low class. The highest increase was in the very high class with 95.33%. There was an increase of 92.04% and 77% in the moderate and high classes, respectively (Table 1). This result is in accord with both the increase in urban area and urban expansion on areas with similar topography. Although there is no significant change in the areal distribution of risk classes, the increase in their surface area is remarkable. This situation shows that the necessary importance should be given to flood risk management in the urban development process in the study area.

Table 1. Change in flood susceptibility

| Susceptibility class | Distribution of susceptibility classes in urban for 1990 (%) | Distribution of susceptibility classes in urban for 2018 (%) | Areal change in susceptibility classes (%) |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Very low | 9.42 | 9.37 | 84.78 |
| Low | 49.47 | 48.86 | 83.53 |
| Moderate | 31.30 | 32.35 | 92.04 |
| High | 9.06 | 8.63 | 77.00 |
| Very high | 0.75 | 0.79 | 95.33 |

When the location of the historical flood events that occurred in the study area was examined, it was seen that 1 of them corresponded to the very low class, 5 of them to the low class, 2 to the middle class, 3 to the high class and 1 to the very high class in TWI based flood susceptibility maps. However, most of the flood points in the low class were very close to the moderate and the high class. Considering that the flood will be effective not only on a point but within a certain area, it can be said that the TWI has the potential to be used in order to reduce the flood risk in the urban development process.

CONCLUSION

In this study, the change in flood susceptibility in the urban development process was revealed. Flood susceptibility was determined based on TWI. In other words, TWI was considered as an indicator of flood susceptibility. The results of present study were presented below.

1. In the urban development process, there was an increase of over 70% in all susceptibility classes in the study area. Considering the topographical features of the areas under the pressure of the expansion tendency of urban areas in the study area, it is thought that surface area of all flood susceptibility classes will increase exponentially. This situation necessitates that the flood risk management must be taken into consideration in the urban development process in the study area. In this context, measures such as increasing urban green spaces, using permeable pavements, updating infrastructure plans, especially in areas with high and very high flood susceptibility classes can be taken against floods in urban development process.
2. The locations of historical flood events on the TWI based susceptibility maps showed that TWI has satisfactory potential for flood risk management. TWI can contribute to planners in especially determining the locations of the above-mentioned measures also.
- 3.

REFERENCES

Kadioğlu, M. & Özdamar, E. (2008). Afet zararlarını azaltmanın temel ilkeleri. JICA Türkiye Ofisi, Yayın no: 2. Ankara.

UNDRR, (2019). 2018: Extreme weather events affected 60 million people. <https://www.unisdr.org/archive/63267> adresinden erişildi.

Balamir, M. (2002). Kentsel risk yönetimi: depremlere karşı güvenli kent tasarımı için yöntem ve araçlar, Doğal afetler: güvenlik için tasarlama, E. M. Komut (Ed.), Ankara, Armoni matbaası. 26-54.

Erdik, M., Durukal, E., Birol, Y., & Birgören, G. (2002). İstanbul'da binalar için deprem risk senaryosu ve risk azaltımına yönelik somut bir öneri, Kentlerin Depreme Hazırlanması ve İstanbul Gerçeği

Sempozyumu, İstanbul, 207-227.

United Nations, (2018). 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. Available online: <https://un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> (accessed on 19 February 2021).

Beven, K. J., & Kirkby, M. J. (1979). A physically based variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Science Bulletin* 24: 43-69. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02626667909491834>.

Uddin, K., & Matin, M. A. (2021). Potential flood hazard zonation and flood shelter suitability mapping for disaster risk mitigation in Bangladesh using geospatial technology. *Progress in Disaster Science*, Vol. 11. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2021.100185>.

FLOODsite, (2009). Flood risk assessment and flood risk management. An introduction and guidance based on experiences and findings of FLOODsite (an EU-funded Integrated Project). Deltares | Delft Hydraulics, Delft, the Netherlands. ISBN 978 90 814067 1 0.

GDMS, (2020). General directorate of meteorological service, Ankara.

Sarigul, O., & Turoglu, H. (2020). Flashflood and flood geographical analysis and foresight in Kahramanmaraş city. *Cografya Dergisi*. Advance online publication. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2020-0018>.

Karabörk, M., & Sandal, E. (2018). Kahramanmaraş şehir merkezinde nüfusun mekansal değişimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 23 (40), 21-36. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidcd/issue/41436/476581>.

CORINE, (2018). European Union, Copernicus Land Monitoring Service. European Environment Agency (EEA).

ESRI, (2015). ArcGIS Desktop: Release 10.3.1 Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Bhat, M.S., Alam, A., Ahmad, S., Farooq, H., & Ahmad, B. (2019). Flood hazard assessment of upper Jhelum basin using morphometric parameters. *Environ Earth Sci* 78, 54. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8046-1>.

Korkanç, S. Y., & Korkanç, M. (2006). Sel ve taşkınların insan hayatı üzerindeki etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (9), 42-50. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/barofd/issue/3405/46865>.

Akay, A. (2019). İklim değişikliğinin neden olduğu afetlerin etkileri. İklim değişikliği alanında ortak çabaların desteklenmesi projesi (iklimİN). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. Çankaya / Ankara.

Erkan, E. A. (2010). Afet yönetiminde risk azaltma ve Türkiye’de yaşanan sorunlar. Devlet planlama teşkilatı, uzmanlık tezleri, yayın no: 2812, Ankara.

Dölek, İ., & Avcı, V. (2017). Muş ilinin sel ve taşkın duyarlılık haritalarının oluşturulması. *The Journal of Academic Social Science* Yıl: 5, Sayı: 44, s. 190-204.

Tomar, P., Singh, S.K., Kanga, S., Meraj, G., Kranjcic, N., Đurin, B., & Pattanaik, A. (2021). GIS based urban flood risk assessment and management—a case study of Delhi National Capital Territory (NCT), India. *Sustainability*, 13, 12850. <https://doi.org/10.3390/su132212850>.

Yazar, K. H. (2007). Mekan organizasyonu ve planlama bağlamında sel riskinin irdelenmesi. TMMOB Afet Sempozyumu, 5 - 7 Aralık 2007, Ankara.

Ertan, S., & Çelik, R.N. (2021). The assessment of urbanization effect and sustainable drainage solutions on flood hazard by GIS. *Sustainability*, 13, 2293. <https://doi.org/10.3390/su13042293>.

Kadioğlu, M. (2019). Kent selleri yönetim ve kontrol rehberi. Kültür yayınları. Matsis matbaa hizmetleri, İstanbul. ISBN: 978-605-80820-6-9.

Vijith, H., & Dodge-Wan, D. (2019). Modelling terrain erosion susceptibility of logged and regenerated forested region in northern Borneo through the Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS techniques. *Geoenviron Disasters* 6, 8. <https://doi.org/10.1186/s40677-019-0124-x>.

Sharma, A. (2010). Integrating terrain and vegetation indices for identifying potential soil erosion risk area. *Geo-spatial Information Science*, 13:3, 201-209, DOI: 10.1007/s11806-010-0342-6.

Lee, H.-J., Choi, Y.E., & Lee, S.-W. (2018). Complex Relationships of the Effects of Topographic Characteristics and Susceptible Tree Cover on Burn Severity. *Sustainability*, 10, 295. <https://doi.org/10.3390/su10020295>.

Assefa, T. T., Jha, M. K., Tilahun, S. A., Yetbarek, E., Adem, A. A., & Wale, A. (2015). Identification of erosion hotspot area using GIS and MCE technique for koga watershed in the Upper Blue Nile Basin, Ethiopia. *American Journal of Environmental Sciences*, 11(4), 245-255. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2015.245.255>.

Berhanu, B., & Bisrat, E. (2018). Identification of surface water storing sites using Topographic Wetness Index (TWI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). *Journal of Natural Resources and Development*, 8, 91–100. <https://doi.org/10.5027/jnrd.v8i0.09>.

Qin, C. Z., et al. (2011). An approach to computing topographic wetness index based on Maximum downslope gradient. *Precision Agriculture*, 12 (1): 32-43. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11119-009-9152-y>.

Ballerine, C. (2017). Topographic wetness index urban flooding awareness act action support, Will and DuPage counties, Illinois. Contract Report: 2017-02, April 2017. Illinois State Water Survey Prairie Research Institute, University of Illinois at Urbana Champaign.

Buchanan, B. P., Fleming, M., Schneider, R. L., Richards, B. K., Archibald, J., Qiu, Z., & Walter, M. T. (2014). Evaluating topographic wetness indices across central New York agricultural landscapes, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 18, 3279–3299, <https://doi.org/10.5194/hess-18-3279-2014>.

Sharma, T., & Singh, O. (2017). Soil erosion susceptibility assessment through geo-statistical multivariate approach in Panchkula district of Haryana, India. *Model. Earth Syst. Environ.* 3, 733–753. <https://doi.org/10.1007/s40808-017-0331-y>.

METEOROLOJİK FAKTÖRLERİN HKİ ÜZERİNE ETKİSİNİN ÇOKLU REGRESYON MODELİ İLE ANALİZİ

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF METEOROLOGICAL FACTORS ON AQI BY MULTIPLE REGRESSION MODEL

Dr. Öğr. Üyesi Necla BARLIK

Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Ardahan.

ORCID NO: 0000-0003-0000-1903

ÖZET

Hava Kalitesi İndeksi (HKİ); hava kalitesi düzeyinin, uyarı ve renk kategorilerine göre sınırları belirli bir ölçek içerisinde toplumla paylaşılması için geliştirilmiştir bir yaklaşımdır. Ardahan gibi sanayileşmemiş ve uzun kış mevsimlerinin yaşandığı bölgelerde yılın büyük bir bölümünde dış ortam hava kalitesi, ısınma amacıyla kullanılan fosil yakıt emisyonlarından güçlü bir şekilde etkilenir. Bu çalışmada 2017 – 2019 yılları ısınma periyodunda Ardahan il merkezi için saatlik ve günlük ortalama HKİ değerleri hesaplanmıştır. Uzun süren kış mevsimi için ilde 15 Eylül – 15 Mayıs arası ısınma periyodu olarak dikkate alınmıştır. Saatlik ortalama HKİ değerleri Ulusal HKİ ile ve HKİ'nin hesaplanmasında esas alınan kirletici parametrelerinin (PM10, SO₂, NO₂, CO ve O₃) düzeyleri, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) ile karşılaştırılmıştır. Maksimum HKİ değeri 145 ve PM10 24 saatlik ortalama konsantrasyonu 244 µgm⁻³ olarak 23.1.2019 tarihinde gerçekleşmiştir. 2019'da 423 kez saatlik HKİ ortalaması Ulusal indekste 101 – 150 aralığına düşen turuncu kodlu bölgeye tekabül etmektedir. Aynı yıl 24 saatlik ortalama PM10 konsantrasyonu ve 8 saatlik O₃ konsantrasyonu HKDYY ile belirlenen 50 ve 120 µgm⁻³ sınır düzeylerini sırasıyla 1814 ve 79 kez aşmıştır. Günlük ortalama HKİ değerleri ile meteorolojik faktörler arasında yürütülen çoklu lineer regresyon analizine göre; $p < .001$ anlamlılık düzeyinde HKİ ile aktüel basınç arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı, diğer parametrelerle arasında negatif yönlü bir ilişkinin olduğu ($R^2 = 0.292$) belirlenmiştir. Ayrıca, HKİ ile kirlilik parametreleri arasında yürütülen etki analizlerine göre % 89.4'lük bir korelasyon ile PM10'un hava kalitesini etkileyen en önemli parametre olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: HKİ, çoklu lineer regresyon, Ardahan

ABSTRACT

Air Quality Index (AQI) is an approach developed to share air quality level with the public within a certain scale according to warning and color categories. In regions such as Ardahan, where unindustrialized and long winter seasons are experienced, outdoor air quality is strongly affected by the tools and methods used for heating purposes for most of the year. In this study, hourly and daily average AQI values were calculated for Ardahan city center during the heating period of 2017 – 2019. For the long winter season, the period between September 15 and May 15 has been taken into account as the heating period. The maximum AQI value was 145 and the PM10 24-hour average concentration was 244 µgm⁻³ on 23.1.2019. In the same year, the 24-hour mean PM10 concentration and the 8-hour O₃ concentration exceeded the 50 and 120 µgm⁻³ limit levels determined by the Legislations 1814 and 79 times, respectively. According to the multiple linear regression analysis carried out between daily average AQI values and meteorological factors; It was determined that there was no significant relationship between AQI and actual pressure at a significance level of $p < .001$, but there was a negative correlation with other parameters ($R^2 = 0.292$). In addition, according to the effect analyzes carried out between AQI and pollution parameters, it was seen that PM10 was the

most important parameter affecting air quality with a correlation of 89.4%.

Keywords: AQI, multiple linear regression, Ardahan

GİRİŞ

Kuzeydoğu Anadolu’da 1 829 m rakımda kurulu Ardahan; karayolu ile Karadeniz’e uzaklığı yaklaşık 211 km olan kuzey bölümü dışında kalan büyük bir kesiminde kışlar; sert, uzun ve yağışlı geçer [1]. Bölgenin yüksek rakımı ve yüzey şekillerinin değişkenliği nedeniyle il genelinde karasal iklim hakimdir. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre, Ardahan ilinin tamamı, kışın soğuk, yazın sıcak ve her mevsim yağışlı olduğu (Dfb) orta enlem iklim tipine dahildir [2]. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün 1958 – 2020 yılları arasındaki istatistiklerine göre ilde en yüksek hava sıcaklığı 35.0 °C, en düşük hava sıcaklığı – 39.8 °C olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllar ortalamasına göre Temmuz ve Ağustos aylarında 15.9 °C olarak kaydedilen ortalama sıcaklık bunlar dışında tüm yıl boyunca 15 °C’nin altında gerçekleşmiştir [3].

İlde uzun kış mevsimi boyunca konutların ve diğer binaların ısıtılmasında yaygın olarak kömür ve doğal gaz kullanılmaktadır [1]. Sanayisi gelişmemiş olan ilde ısınma ve trafikten kaynaklı fosil yakıt emisyonları şehir merkezindeki hava kalitesini olumsuz etkileyen en önemli etkidir. Özellikle kışın şehir merkezinde PM10 ve SO₂ kirliliği baskın bir şekilde hissedilmektedir. Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı’na veri beslemesi, şehir merkezinde bulunan 1 adet hava kalitesi ölçüm istasyonu ile gerçekleştirilmektedir. İstasyonda PM10, SO₂, NO₂, NO_x ve O₃ takibi yapılmakta gerçek zamanlı olarak ulusal hava kalitesi indeksi (HKİ)’ne dönüştürülerek Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı üzerinden çevrimiçi paylaşılmaktadır.

Hava Kalitesi İndeksi (HKİ) toplumun; teknik detaylarla muhatap olmak zorunda kalmadan, soluduğu havanın kirlilik düzeyi hakkında bilgi sahibi olmasını sağlayan global bir yaklaşımın sonucu olarak doğmuştur. 0 – 500 aralığında bir ölçek; 6 uyarı ve renk kategorisine ayrılmış olarak ortalama hava kalitesi hakkında toplumu bilgilendirmeyi amaçlamaktadır. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde Türkiye geneline kurulmuş olan Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı’na bağlı istasyonlarından sağlanan kirletici konsantrasyonları Ulusal HKİ değerlerine dönüştürülmekte ve gerçek zamanlı olarak çevrimiçi yayınlanmaktadır [4]. Hava kalitesi kuşkusuz meteorolojik faktörlere bağlı bir fonksiyondur. Ardahan gibi uzun kış mevsimlerinde ısınma ihtiyaçlarının yüksek olduğu yerleşim birimlerinde meteorolojik faktörlerin hava kalitesine etkisi daha güçlü bir şekilde ortaya çıkabilmektedir.

Bu çalışma; 2017 – 2019 yılları ısınma periyodu boyunca Ardahan şehir merkezinde HKİ üzerine meteorolojik faktörlerin ve indeksin belirlenmesinde kullanılan kirlilik parametrelerinin çoklu lineer regresyon analizi ile etki analizlerini yapmayı ve sonuçların modellenmesini amaçlamaktadır. Ayrıca indeksin hesaplanmasına esas alınan kirletici parametreleri için konsantrasyon düzeylerinin dağılımları Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY) [5] ile, indeks değerleri Ulusal HKİ ile karşılaştırılmıştır.

YÖNTEM

Veri

Ardahan şehir merkezinde 2017 – 2019 yılları ısınma periyodu için saatlik ortalama kirletici konsantrasyonları Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı üzerinden sağlanmıştır [6]. Genellikle hava sıcaklığının 15°C’nin altında kaydedildiği 15 Eylül – 15 Mayıs dönemi ısınma periyodu olarak ele alınmıştır. Bu aralıkta kirletici parametrelerinin her birisi için 1 yıllık periyotta olması gereken saatlik veri sayısı 5 832 olup 3 yıllık dönem için toplam 17 496 saat olmalıdır. Bu verilerin PM10 için % 97, SO₂ için % 85, NO₂ için % 91 ve O₃ için % 96’lık oranları sağlanabilmiştir. Aynı dönem içerisindeki ortalama günlük hava sıcaklığı (°C), aktüel basınç (hPa), nispi nem (%) ve rüzgar hızı (m/s)’dan oluşan meteorolojik parametreler; il

merkezindeki meteoroloji gözlem istasyonunun kayıtlarından sağlanmıştır. Meteorolojik parametreler için 3 yıllık ısınma periyodunda olması gereken 729 günlük verinin tamamı sağlanabilmiştir.

Hava Kalitesi İndeksi Hesaplama

Ulusal Hava Kalitesi İndeksi, EPA Hava Kalitesi İndeksi'nin ulusal mevzuatımıza ve sınır değerlerimize uyarlanması ile oluşturulmuştur. İndeks; PM10, SO₂, NO₂, CO ve O₃' dan oluşan 5 temel kirletici parametre üzerinden hava kalitesi indeksi hesaplanmaktadır [4]. EPA hava kalitesi indeksinin hesaplanmasında Denklem 1 ile verilen denklem kullanılmaktadır. Buna göre her bir kirletici parametre için ayrı ayrı kesme noktaları dikkate alınarak bir parametre indeksi (I_p) tanımlanmaktadır. Kirletici parametre indeksleri arasındaki maksimum değer, HKİ değeri (Denklem 2) olarak kabul edilmektedir.

Herhangi bir zaman dilimi için HKİ hesaplanırken kirletici parametrelerin en az % 75'inin (3 parametre) ölçülmüş olması ön koşulu aranmaktadır. Tüm parametreler $\mu\text{g}/\text{m}^3$ cinsinden olmak üzere PM10 için 24 saatlik ortalama konsantrasyon, SO₂ ve NO₂ için saatlik ortalama konsantrasyonlar, CO ve O₃ için 8 saatlik ortalama konsantrasyon değerleri esas alınmaktadır [4, 7].

$$I_p = [(I_{Hi} - I_{Lo}) / (BP_{Hi} - BP_{Lo})] (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \quad [1]$$

$$HKI = \max (I_{PM10}, I_{SO_2}, I_{NO_2}, I_{CO}, I_{O_3})$$

[2] Burada, I_p ; p kirleticisi için indeks, C_p ; p kirleticisi için kırılmış ortalama konsantrasyon, BP_{Hi} ; C_p ' ye eşit veya büyük kesme noktası konsantrasyonu, BP_{Lo} ; C_p ' ye eşit veya küçük kesme noktası konsantrasyonu, I_{Hi} ve I_{Lo} ; sırasıyla BP_{Hi} ve BP_{Lo} 'ye karşılık gelen HKİ değerleridir.

Ardahan Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonu'nda CO takibi yapılmadığından HKİ değerleri PM10, SO₂, NO₂ ve O₃ parametreleri üzerinden hesaplanmıştır. Ağ üzerinden sağlanan saatlik ortalama kirletici konsantrasyonları (C_p); öncelikle PM10, SO₂ ve NO₂ için tam sayıya, O₃ için üç basamaklı ondalık kesirli sayıya kırılarak düzenlenmiş [7] ardından PM10 ve O₃ saatlik ortalama konsantrasyonları sırasıyla 24 saatlik ve 8 saatlik ortalamalara dönüştürülmüştür. Eşitlik 1 kullanılarak saatlik kirletici indeksleri hesaplanmış ve en yüksek kirletici indeks değeri saatlik ortalama HKİ değeri olarak alınmıştır. Hesaplamalar için gereken kesme noktası konsantrasyonları ve bunlara karşılık gelen indeks değerleri Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na bağlı Hava Kalitesi İzleme Sistemi'nin internet sitesinden alınmıştır [4].

Çoklu Lineer Regresyon Modeli

Y bağımlı değişkeninin X_1, X_2, \dots, X_m gibi m bağımsız değişkenden etkilendiği kabul edilen ve aralarındaki ilişkinin lineer bir denklem ile ifade edildiği matematiksel bir modeldir [8, 9]:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m \quad [3]$$

Bu denklemde y , bağımsız değişkenler $X_1=x_1, X_2=x_2, \dots, X_m=x_m$ değerlerini aldığı anda Y değişkeninin beklenen değerini göstermektedir. a , kesişim noktası ve b_1, b_2, \dots, b_m regresyon katsayılarıdır ve denklemin gösterdiği çok boyutlu düzlemde e_{yi} , uzaklıklarının karelerinin toplamı olan;

$$\sum_{i=1}^N e_{yi}^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - a - b_1x_{1i} - b_2x_{2i} - \dots - b_mx_{mi})^2 \quad [4]$$

ifadesini minimum yapacak şekilde hesaplanır. Gözlenmiş noktaların regresyon düzlemine y doğrultusundaki uzaklıklarının varyansı, s_{ey}^2 ve Y bağımlı değişkeninin varyansı, s_y^2 olmak üzere; Y bağımlı değişkeni ile X_1, X_2, \dots, X_m bağımsız değişkenleri arasındaki lineer bağımlılığının bir ölçüsü;

$$R = \left(1 - \frac{s_{\hat{e}y}^2}{s_y^2}\right)^{1/2}$$

[5]

şeklinde tanımlanan korelasyon katsayısıdır. R^2 'nin değerinin 1'e yaklaşması regresyon denkleminin ifade ettiği ilişkinin deterministik bir ilişkiye yaklaştığını gösterir.

H_0 ; $R = 0$ hipotezini kontrol etmek için;

$$F = \frac{R^2/m}{(1-R^2)/(N-m-1)}$$

[6] şeklinde tanımlanan F istatistiği kullanılır. F değeri için seçilen α , anlamlılık düzeyindeki F_α kritik değerinden büyükse $R = 0$ hipotezi reddedilir. Bu durumda, Denklem 3 ile verilen denklem anlamlı bir ilişkiyi gösterir.

BULGULAR

HKİ'nin hesaplanmasına esas alınan PM10 için 24 saatlik, SO₂ ve NO₂ için saatlik ve O₃ için 8 saatlik ortalama konsantrasyon düzeylerinin 2017 – 2019 yılları arasındaki dağılımları Şekil 1'de birer sütun grafikte ve HKDYY'nde belirtilen sınır değerlerle ile karşılaştırılma sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Özellikle fosil kökenli yakıtların kullanılmasından kaynaklanan PM10, SO₂ ve NO₂ (Şekil 1a, b ve c) emisyonlarının bu çalışmaya da esas alınan 15 Eylül – 15 Mayıs ısınma periyodunda yaz mevsimine göre artış gösterdiği, kışın en sert geçtiği Aralık – Şubat arasında pik yaptığı görülmektedir.

Şekil 1d'de 2019 yılı genelinde O₃ konsantrasyonlarında dramatik bir artış görülmektedir. İkincil bir kirlenici olarak O₃, atmosferde NO₂, NO_x ve uçucu organiklerin (VOC) fotokimyasal reaksiyon ürünüdür. Yer seviyesi ozon kirliliği oluşumunda birincil etkiye sahip emisyonlar trafik kaynaklıdır bunun yanında enerji santrallerinden kaynaklanan azot oksit emisyonları ve kaçak uçucu organik emisyonların olduğu akaryakıt istasyonları ozon kirliliğinde ilk akla gelen kirlilik kaynaklarıdır [10]. Uzun mesafelerden taşınabilen bir kirlenici de olarak hava kirliliğine etki eden diğer faktörler ve meteorolojik etkenlerle doğrudan ilişkilidir [11].

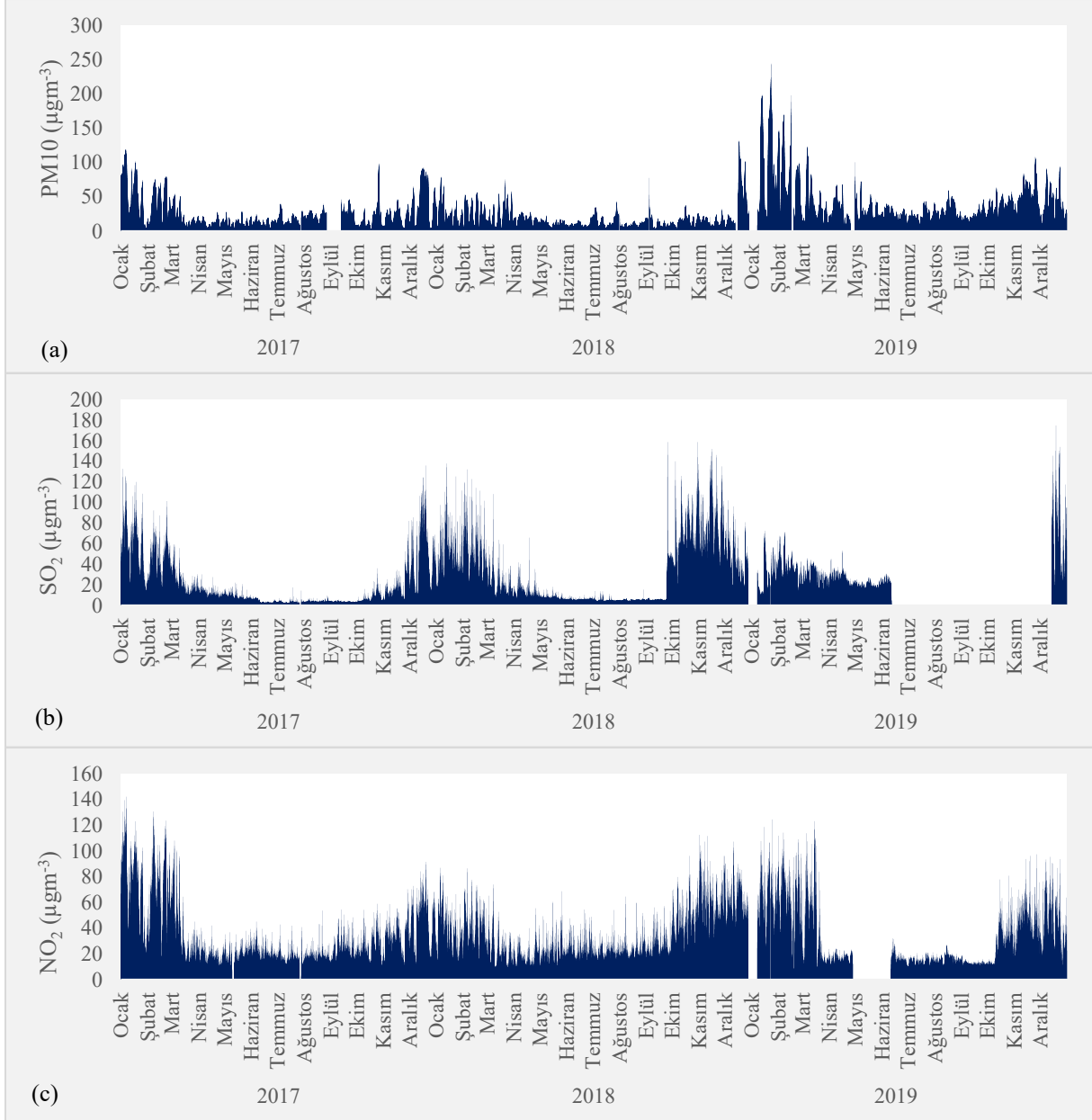
Tablo 1. HKİ'nin hesaplanmasında kullanılan kirlenici parametrelerin 2017 – 2019 yılları ısınma periyodunda saatlik ortalamalarına göre bazı istatistikler ve HKDYY'ne göre değerlendirme sonuçları

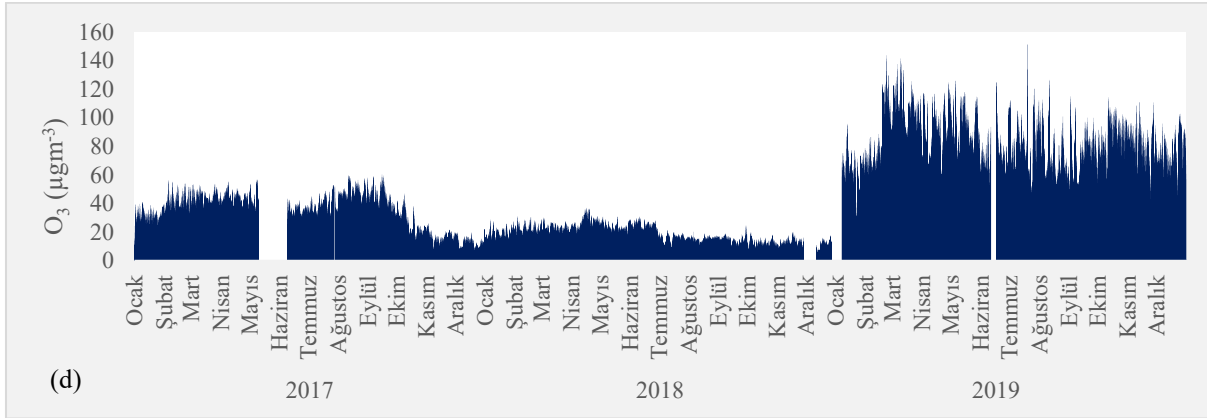
| | Maksimum Değer | | | Sınır Değerlerin Aşılma Sayısı | | | Ortalama Değer | | | Standart Sapma | | | Veri Sayısı | | |
|--------------------------------------------------------------------|----------------|------------|------------|--------------------------------|------------|-------------|----------------|------|------|----------------|------|------|-------------|------|------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2017 | 2018 | 2019 | 2017 | 2018 | 2019 | 2017 | 2018 | 2019 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Ulusal Limit Değerler | | | | | | | | | | | | | | | |
| PM10 (µgm ⁻³) 24-saat:50 | 119 | 132 | 244 | 1029 | 362 | 1814 | 29 | 21 | 48 | 25 | 18 | 36 | 5832 | 5660 | 5483 |
| SO ₂ (µgm ⁻³) Saatlik:350 24-saat:125 | 136 77 | 159 103 | 175 102 | -- -- | -- -- | -- -- | 20 | 30 | 26 | 19 | 25 | 17 | 5800 | 5657 | 3429 |
| NO ₂ (µgm ⁻³) Saatlik:200 | 142 | 113 | 125 | -- | -- | -- | 30 | 29 | 28 | 23 | 18 | 20 | 5578 | 5261 | 5053 |
| O ₃ (µgm ⁻³) 8-saat:120 | 60 | 37 | 144 | -- | -- | 79 | 25 | 15 | 67 | 14 | 7 | 26 | 5687 | 5431 | 5656 |

Tablo 1'de verilen karşılaştırma sonuçlarına göre; Yönetmelikte "*insan sağlığının korunması için*" bir yılda 35 kezden fazla aşılmaması gereken PM10 24 saatlik ortalama konsantrasyon limit değeri 50 µgm⁻³ iken bu değer, ısınma periyodunda yıllara göre sırasıyla 1029, 362 ve 1814 kez aşılmıştır. Aynı parametrenin maksimum (244 µgm⁻³) ve ortalama değerleri (48 µgm⁻³) 2019 yılı ısınma periyodu için diğer yıllara göre en yüksek düzeydedir. Çalışmada ele alınan dönem için SO₂ ve NO₂ konsantrasyon düzeyleri HKDYY'nde

belirtilen sınır değerlerin altında seyretmiştir.

2019 yılında 8 saatlik ortalama O_3 konsantrasyonu maksimum düzeyde $144 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ değerine ulaşmış ve Yönetmeliğin belirlediği $120 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ sınır değeri 79 kez aşılmış görünmektedir.





Şekil 1. 2017 – 2019 yılları arasında (a) PM10 için 24 saatlik, (b) SO₂ için saatlik, (c) NO₂ için saatlik ve (d) O₃ için 8 saatlik ortalama kirletici konsantrasyonları ve Ulusal HKİ'ne göre kesme noktaları

Esasen gerek Şekil 1'de verilen grafiklerden gerekse Tablo 1'de özetlenen istatistiklerden 3 yıllık dönemin ısınma periyodları içinde 2019 yılında emisyon düzeylerinin bir yükselme eğilimi gösterdiği görülmektedir.

2017 – 2019 yılları ısınma periyodu için sağlanan günlük ortalama hava sıcaklığı, basınç, nispi nem ve rüzgar hızı için bazı istatistikler Tablo 2'de verilmiştir. Buna göre; ısınma periyodları için 2017 yılında ortalama hava sıcaklığının (-1.07°C), 2018 (1.81 °C) ve 2019 (0.14°C), yıllarına göre nispeten daha düşük seyrettiği görülmektedir. Aktüel basınç, nispi nem ve rüzgar hızı istatistikleri incelendiğinde; 2018 yılının nispeten daha nemli, 2019 yılının ise daha rüzgarlı geçtiği düşünülebilir.

Tablo 2. 2017 – 2019 yılları ısınma periyodunda meteorolojik parametrelerin gözlenen günlük ortalama değerlerine ait bazı istatistikler

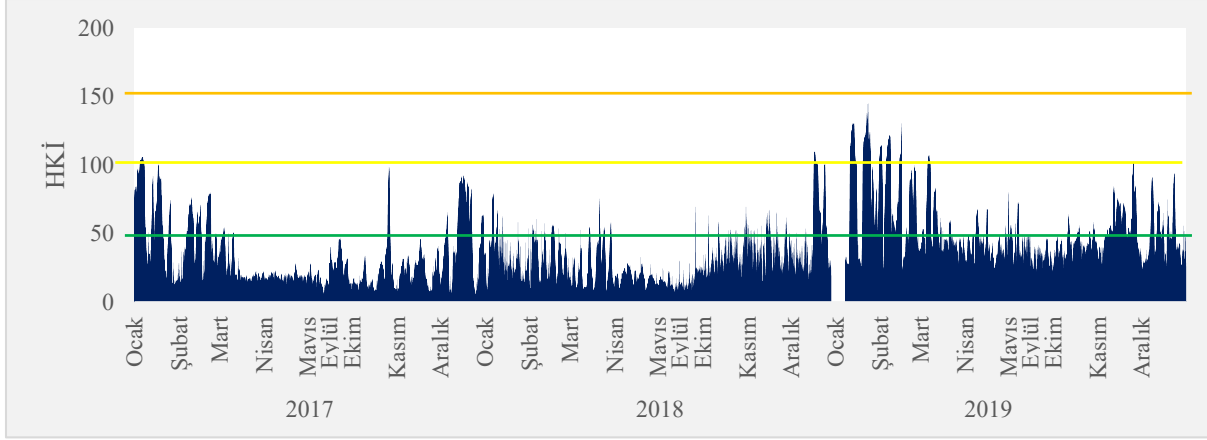
| | Minimum Değer | | | Maksimum Değer | | | Ortalama Değer | | | Standart Sapma | | |
|---------------------------------|---------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2017 | 2018 | 2019 | 2017 | 2018 | 2019 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Sıcaklık (°C) | -25.1 | -17.2 | -20.4 | 17.3 | 14.5 | 14.8 | -1.07 | 1.81 | 0.14 | 9.31 | 7.01 | 7.83 |
| Basınç (hPa) | 809.3 | 806.2 | 803.4 | 828.7 | 830.3 | 829.5 | 819.2 | 818.8 | 818.5 | 3.95 | 4.79 | 4.99 |
| Nispi nem (%) | 34.5 | 39.4 | 34.5 | 87.4 | 91.5 | 87.2 | 65.8 | 70.2 | 66.7 | 10.49 | 11.31 | 11.14 |
| Rüzgâr hızı (ms ⁻¹) | 0.0 | 0.2 | 0.3 | 2.5 | 3.0 | 3.6 | 0.87 | 0.87 | 0.85 | 0.53 | 0.53 | 0.48 |

HKİ Hesaplamaları

Ele alınan yılların ısınma periyodları için Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı üzerinden sağlanan saatlik ortalama kirletici konsantrasyonları PM10, SO₂ ve NO₂ için tamsayıya O₃ için ondalık değerlerinde 2 basamaklı (sistemden sağlanan formatta) sayılara kırpılmıştır. SO₂ ve NO₂ için tamsayıya kırpılmış saatlik ortalama değerleri, PM10 ve O₃ için sırasıyla hesaplanmış 24 saatlik ve 8 saatlik ortalama konsantrasyonları alınarak Denklem 1 ve 2 yardımıyla saatlik HKİ değerleri hesaplanmıştır. Herhangi bir saat için HKİ hesaplanırken en az 3 parametre indeksinin hesaplanmış olması, dolayısıyla o saat için verilerin en az % 75'inin mevcut olması şartı aranmıştır.

Şekil 2'de bu değerlerin zamansal dağılımı verilmiştir. Ayrıca Şekil üzerinde Ulusal HKİ'ne göre kesme noktaları indeks renk kodlarına uygun olarak çizilmiştir. 2017 – 2019 yılları ısınma periyodunda hesaplanan saatlik ortalama HKİ verisi yıllara göre sırasıyla 5 736, 5 636 ve 5 502 adettir. Toplam 16 874 adet saatlik ortalama HKİ değerleri, Ulusal HKİ'ne göre; indeks değeri 0 – 50 aralığında olup "iyi" hava koşullarına işaret eden yeşil kodlu bölgeye, indeks değeri 51 – 100 aralığında olup "orta" hava koşullarına

işaret eden sarı kodlu bölgeye veya indeks değeri 101 – 150 aralığında olup "hassas" hava koşullarına işaret eden turuncu kodlu bölgeye tekabül etmektedir.



Şekil 2. 2017 – 2019 yılları ısınma dönemi saatlik ortalama HKİ değerleri

İncelen dönem içerisinde hesaplanan maksimum saatlik ortalama HKİ değerleri 106, 110 ve 145 olmuştur. Tablo 3'te görüleceği üzere ısınma periyodunda hesaplanan saatlik ortalama HKİ değerlerinin yıllara göre sırasıyla % 81.9, % 91.4 ve % 66.9'u yeşil bölgededir. Hassas ya da turuncu bölgede en yüksek veri sayısı 2019 yılında 423 adet olarak hesaplanmıştır ki bu değer aynı yılın toplam saatlik ortalama HKİ değerlerinin % 7.7'sine tekabül etmektedir.

Tablo 3. 2017 – 2019 yılları ısınma periyodu için hesaplanan saatlik HKİ ortalamalarının Ulusal HKİ tablosuna göre dağılımı

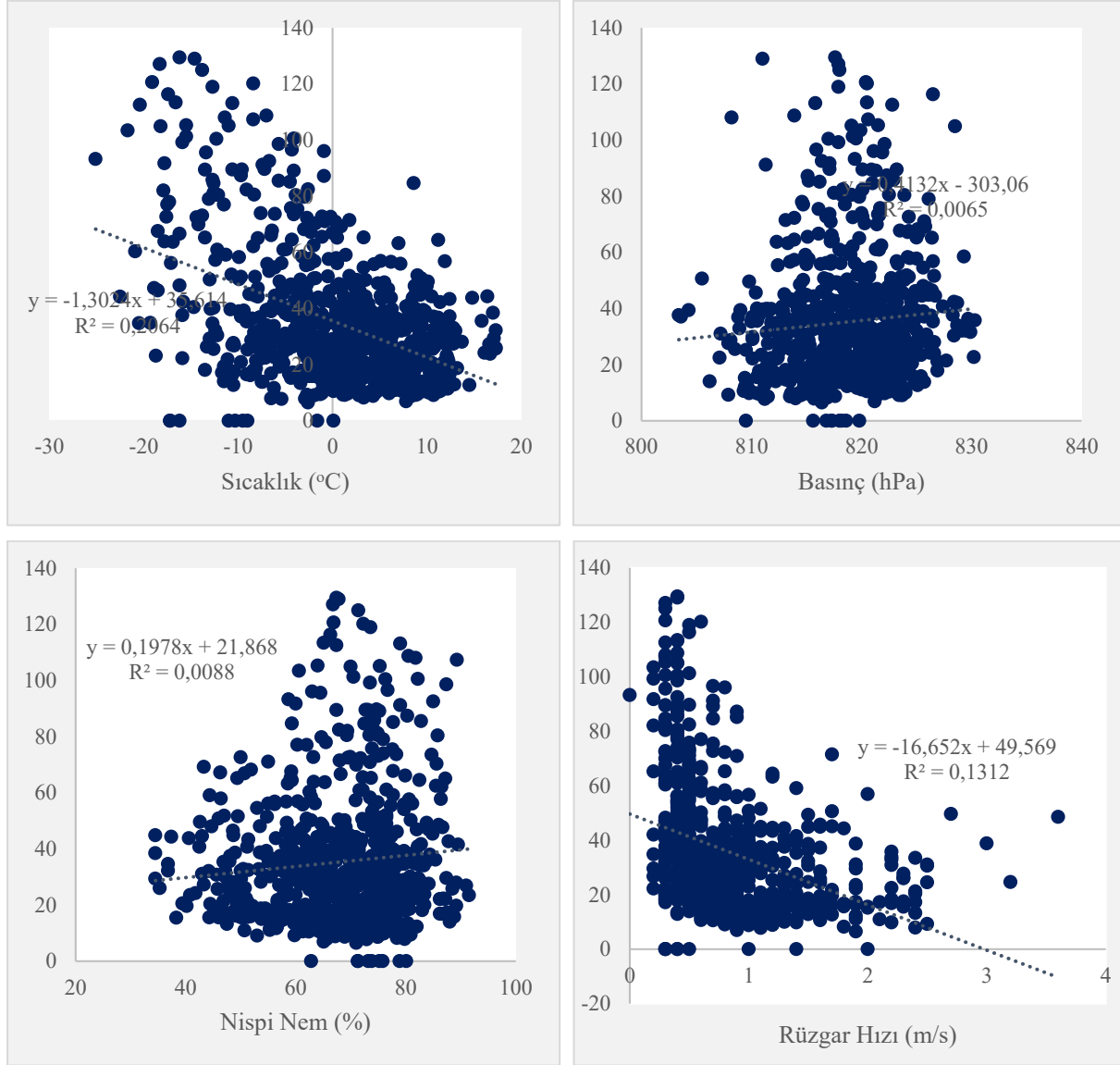
| | 0 – 50 | | 51 – 100 | | 101 – 150 | |
|------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| | Veri Sayısı | % oran | Veri Sayısı | % oran | Veri Sayısı | % oran |
| 2017 | 4700 | 81.9 | 964 | 16.8 | 72 | 1.3 |
| 2018 | 5150 | 91.4 | 422 | 7.5 | 64 | 1.1 |
| 2019 | 3682 | 66.9 | 1397 | 25.4 | 423 | 7.7 |

Hesaplanan saatlik ortalama HKİ değerleri günlük ortalama değerlere dönüştürülerek meteorolojik faktörlere bağlı çoklu lineer regresyon analizi yürütülmüştür.

Çoklu Lineer Regresyon Analizi

716 adet günlük ortalama HKİ değeri ile bu günlere karşılık gelen meteorolojik faktörler arasında Şekil 3'te verilen dağılım grafikleri çizilmiştir. Grafiklerin üzerinde dağılım eğilimine en yakın lineer denklem ifadeleri verilmiştir. Meteorolojik faktörlerin ayrı ayrı HKİ üzerindeki etkilerini de tanımlayan bu eğilim çizgileri diğer bir deyişle HKİ ile her bir parametre arasında yürütülen basit regresyon modelleridirler.

Tablo 4'te verilen basit lineer regresyon modeli sonuçlarından da görüleceği üzere en yüksek regresyon katsayısı sıcaklık – HKİ arasında $R^2 = 0.2064$ olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu dört faktör içerisinde HKİ üzerine en büyük tekil etkiye sahip olan faktör hava sıcaklığı olarak görülmektedir.



Şekil 3. 2017 – 2019 yılları ısınma periyodunda günlük ortalama HKİ değerlerinin meteorolojik faktörlere karşı dağılımı

Benzer bir yaklaşımla en düşük regresyon katsayısına ($R^2 = 0.0065$) sahip olarak basıncın HKİ'ni en az etkileyen faktör olduğu söylenebilir. Nispi nem faktörünün HKİ üzerine etkisi de oldukça düşük bir korelasyon ($R^2 = 0.0088$) göstermektedir. Rüzgar hızı, hava sıcaklığından sonra en yüksek regresyon katsayısına ($R^2 = 0.1312$) sahip faktördür.

En yüksek regresyon katsayılarına sahip sıcaklık ve rüzgar hızı faktörleri ile HKİ arasında negatif yönlü bir ilişki bulunuyorken basınç ve nispi nem ile HKİ arasında ise pozitif yönlü bir ilişki görülmektedir.

Çoklu lineer regresyon analizi; HKİ bağımlı değişkeni ile sıcaklık, basınç, nispi nem ve rüzgar hızı bağımsız değişkenlerinden oluşan 716 günlük veri seti üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 4. 2017 – 2019 yılları ısınma dönemlerinde HKİ'nin meteorolojik ve kirlilik parametreleri ile basit lineer regresyon analizi sonuçları

| <i>Meteorolojik Parametreler</i> | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| HKİ | Sıcaklık | Basınç | Nispi nem | Rüzgar hızı |
| | | $y = -1.3024x + 35.614$ $R^2 = 0.2064$ | $y = -0.4132x + 303.06$ $R^2 = 0.0065$ | $y = -0.1978x + 21.868$ $R^2 = 0.0088$ |
| <i>Kirlilik Parametreleri</i> | | | | |
| HKİ | PM10 - 24saatlik ortalama | SO ₂ - saatlik ortalama | NO ₂ - saatlik ortalama | O ₃ - 8 saatlik ortalama |
| | $y = 0.7773x + 10.597$ $R^2 = 0.8941$ | $y = 0.4262x + 24.446$ $R^2 = 0.1444$ | $y = 0.6662x + 15.774$ $R^2 = 0.3323$ | $y = 0.2284x + 28.302$ $R^2 = 0.0577$ |

Tablo 5'te analiz sonuçları verilmektedir. Analizlerde $p < .05$, $p < .01$ ve $p < .001$ için anlamlılık düzeyleri aranmıştır. Model 1 olarak verilen ilk analizde kesişim noktası ve basınç katsayısı anlamlı çıkmadığından Model 2 için analiz tekrar edilmiştir.

Tablo 5. 2017 – 2019 yılları ısınma dönemlerinde HKİ'nin meteorolojik ve kirlilik parametreleri ile çoklu lineer regresyon analizi sonuçları

| | Katsayılar | Standart Hata | t | R ² | Ayarlı R ² | Standart Hata | Gözlem | F | |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------|---------|----------------|-----------------------|---------------|--------|--------|-------------|
| <i>Meteorolojik Parametreler</i> | | | | | | | | | |
| Model 1 | Kesişim | 31.473 | 150.163 | 0.210 | 0.292 | 0.288 | 19.67 | 716 | 73.47* |
| | Sıcaklık | -1.280* | 0.104 | -12.287 | | | | | |
| | Basınç | 0.038 | 0.181 | 0.213 | | | | | |
| | Nispi Nem | -0.260* | 0.075 | -3.464 | | | | | |
| | Rüzgar hızı | -10.549* | 1.757 | -6.005 | | | | | |
| Model 2 | Kesişim | 63.397* | 5.313 | 11.932 | 0.292 | 0.289 | 19.65 | 716 | 98.08* |
| | Sıcaklık | -1.277* | 0.103 | -12.420 | | | | | |
| | Nispi Nem | -0.265* | 0.072 | -3.678 | | | | | |
| | Rüzgar hızı | -10.711* | 1.583 | -6.767 | | | | | |
| <i>Kirlilik Parametreleri</i> | | | | | | | | | |
| | Kesişim | 2.065* | 0.119 | 17.294 | 0.942 | 0.942 | 6.082 | 12 989 | 53 125.710* |
| | PM10-24saatlik ort. | 0.708* | 0.002 | 343.743 | | | | | |
| | SO ₂ -saatlik ort. | 0.205* | 0.003 | 73.882 | | | | | |
| | NO ₂ -saatlik ort. | 0.064* | 0.003 | 18.658 | | | | | |
| | O ₃ -8 saatlik ort. | 0.115* | 0.002 | 55.381 | | | | | |

* $p < .001$

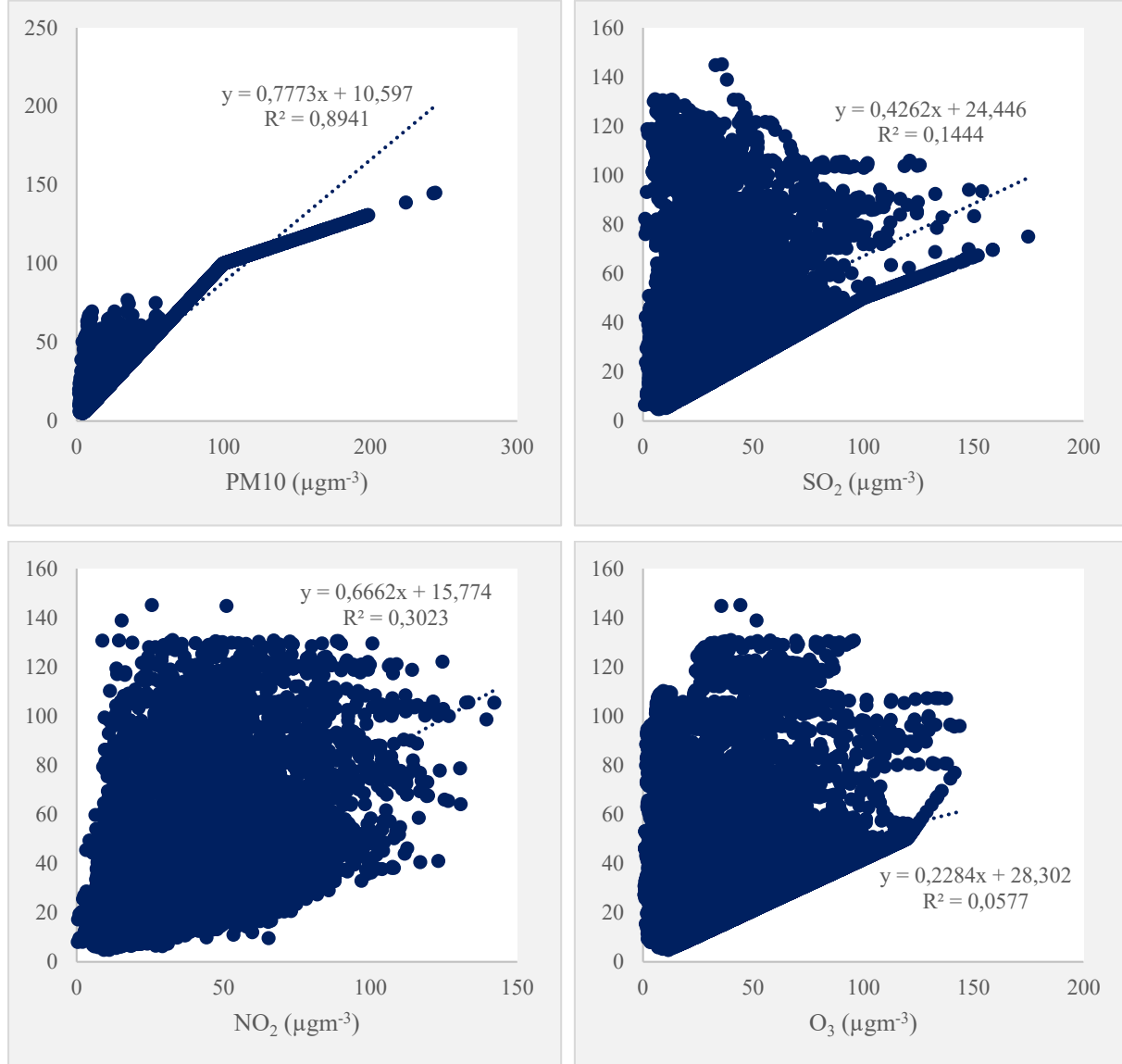
Model 2 için basınç dışında kalan sıcaklık, nispi nem ve rüzgar hızının HKİ üzerine çoklu lineer regresyonu analizi yürütülmüştür. Model 2'de kesişim noktası ve tüm katsayılar için $p < .001$ anlamlılık düzeyi elde edilmiştir. Her iki model için korelasyon katsayıları $R^2 = 0.292$ 'dir ve ayarlı korelasyon katsayıları arasında 0.001 gibi oldukça nispi bir fark vardır. Her iki modelde de F değeri oldukça büyük ve aynı p düzeyi için anlamlıdır. Sıcaklık, nispi nem ve rüzgar hızı, HKİ ile negatif bir korelasyona sahiptirler.

Çoklu lineer regresyon analizi sonucunda aşağıda verilen model oluşturulmuştur:

$$HKİ = 63.397 - 1.277 * sıcaklık - 0.265 * nispi_{nem} - 10.711 * rüzgar_hızı \quad [7]$$

Buna göre Denklem 7 ile verilen denklemin günlük ortalama sıcaklık, nispi nem ve rüzgar hızına bağlı olarak günlük ortalama HKİ'ni % 29.2 doğrulukla tahmin edebileceği söylenebilir.

Şekil 4'te HKİ'nin kirlilik parametrelerine göre dağılımı ayrı ayrı grafiğe aktarılmış ve eğilim çizgileri ile denklemleri grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4. 2017 – 2019 yılları ısınma periyodunda günlük ortalama HKİ değerlerinin kirlilik parametrelerine karşı dağılımı

Kirlilik parametrelerinin ayrı ayrı indeks üzerindeki etkileri ele alındığında; yıllara göre sırasıyla 106, 110 ve 145 olarak belirlenen maksimum saatlik ortalama HKİ değerleri ve maksimum PM10 - 24 saatlik ortalama konsantrasyonlarının gözlemlendiği tarihlerin birebir örtüştüğü görülmektedir. 2017 yılında 6 Ocak saat 05.00 ile 12.00 arasında 106 ile HKİ maksimum seviyesindedir. Aynı gün ve saat aralığında, PM10 – 24 saatlik ortalama konsantrasyonlarının yıllık maksimumları olarak 117 – 119 $\mu\text{g m}^{-3}$ arasında olduğu görülmüştür. Benzer şekilde 2018 yılı için bu tarih; 17 Aralık saat 08.00 – 16.00 aralığına, 2019 yılında 23 Ocak saat 11.00 – 12.00 aralığına denk gelmektedir. İncelenen dönem içerisinde HKİ maksimum değeri

olarak maksimum PM10 parametre indeks (I_{PM10}) değerini almaktadır.

Esasen Tablo 4'te verilen ve indeks ile kirlilik parametreleri arasında yürütülen basit lineer regresyon sonuçları incelendiğinde HKİ ile PM10 – 24 saatlik ortalama konsantrasyonları arasındaki korelasyon yaklaşık %89.4'tür. Şekil 4'te HKİ ile kirlilik parametreleri arasında çizilen dağılım grafiklerinden de bu güçlü ilişki görülebilmektedir.

Şekil 4 ile verilen dağılım grafikleri ve Tablo 4'te özetlenen regresyon sonuçlarına göre; indeks üzerine en düşük etkiyi $R^2 = 0.0577$ 'lik regresyon katsayısı ile 8 saatlik ortalama O_3 konsantrasyonları göstermiştir. PM10'dan sonra HKİ üzerine en yüksek etki yaklaşık % 30.2'lik korelasyon ile NO_2 'e ve ardından % 14.4'lük korelasyon ile SO_2 'e aittir.

Saatlik ortalama olarak 12 898 adetlik veri seti ile HKİ üzerine kirlilik parametrelerinin çoklu etkisinin analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Çoklu lineer analiz tekniğine göre; kesme noktası ve parametre katsayıları, $p < .001$ düzeyinde anlamlıdır ve F aynı anlamlılık düzeyinde oldukça büyük bir değere sahiptir. HKİ, tüm parametreler ile pozitif yönlü bir ilişki göstermiştir. Analiz sonuçlarına göre HKİ, kirlilik parametrelerine bağlı olarak % 94.2'lik bir doğrulukla şu şekilde tahmin edilebilir:

$$HKİ = 2.065 + 0.708 * PM10 + 0.205 * SO_2 + 0.064 NO_2 + 0.114 * O_3 \quad [8]$$

SONUÇ

Ardahan şehir merkezinde 2017 – 2019 yılları 15 Eylül – 15 Mayıs arası ısınma periyodları için PM10, SO_2 , NO_2 ve O_3 kirletici parametreleri üzerinden incelenen kirlenme profiline göre; 2019 yılında tüm kirlenme parametrelerinde bir artış görülmektedir. Şehirde kirlenme kontrolü açısından ele alınması gereken en önemli parametre PM10 emisyonlarıdır. 24-saatlik ortalama konsantrasyonu ele alınan dönemin yaklaşık % 18'inde HKDYY'nde verilen sınır değeri aşmıştır. 2019 yılında dramatik bir yükseliş gösteren yer seviyesi ozon kirliliği, ayrıca araştırılması gereken önemli bir husustur. 3 yıllık dönemde 15 Eylül – 15 Mayıs aralığında şehirde kaydedilen sıcaklıkların ortalaması 1.81 ila -1.07°C arasında olmuştur.

Çoklu lineer regresyon analizi sonuçlarına göre dış ortam aktüel hava basıncının HKİ üzerine etkisi $p < .001$ düzeyinde anlamlı değildir ve ihmal edilebilecek kadar küçüktür. İndeksi etkileyen en önemli meteorolojik faktör hava sıcaklığıdır. Kirlenme parametreleri içerisinde % 89.4'lük bir korelasyon ile HKİ üzerinde en önemli etkiye sahip parametre PM10'dur. Çoklu lineer regresyon analizi, HKİ üzerine meteorolojik faktörlerin etkisini % 29'lük, kirlenme parametrelerin etkisini % 94'lük bir oranda tahmin edebilme kabiliyetindedir.

KAYNAKLAR

- [1] Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2018. Ardahan İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, T.C Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ardahan.
- [2] Bölük, E. 2016. Köppen İklim Sınıflandırması'na Göre Türkiye İklimi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [3] MGM, «Resmi İstatistikler,» [Çevrimiçi]. Available: <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=ARDAHAN>. [Erişildi: 06 02 2022].
- [4] T.C Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, «Hava Kalitesi İzleme sistemi,» [Çevrimiçi]. Available:

<https://sim.csb.gov.tr/Home/HKI?baslik=HAVZA%20%C4%B0ZLEME%20S%C4%B0STEM%C4%B0>. [Erişildi: 03 01 2022].

- [5] Mevzuat Bilgi Sistemi, «Mevzuat Bilgi Sistemi,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=12188&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeliği&mevzuatTertip=5>. [Erişildi: 03 01 2022].
- [6] T.C Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, [Çevrimiçi]. Available: <https://www.havaizleme.gov.tr/>. [Erişildi: 03 01 2022].
- [7] USEPA, 2018. Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI), USEPA.
- [8] Bayazıt M. ve Yeğen Oğuz B. 2005. Mühendisler İçin İstatistik, 3. Baskı, İstanbul: Birsen Yayınevi, 176-179.
- [9] Berthouex P. M. ve Brown L. C. 2002. Statistics for Environmental Engineers, 2nd Edition dü., Boca Raton, FL: Lewis Publishers, 290-297.
- [10] T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2014. Yer Seviyesi Ozon Kirliliği Bilgi Notu, Ankara.
- [11] Özcan H., Şahin Ü., Bayat C. ve Uçan O. 2006. İstanbul İli Troposferik Ozon (O₃) Konsantrasyonlarının Hücresel Yapay Sınır Ağ Yöntemiyle Modellenmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 21(2), 239-245.

ARK ERGİTME YÖNTEMİYLE ÜRETİLEN Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ YÜKSEK ENTROPİLİ ALAŞIMININ MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ HIGH ENTROPY ALLOY BY ARC MELTING METHOD

Öğr. Gör. Dr. Hakan YAYKAŞLI

Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi, Elbistan Meslek Yüksekokulu, Elektronik Teknolojisi Bölümü,
Kahramanmaraş, Türkiye.

ORCID NO: 0000-0001-5729-9662

ÖZET

Ark ergitme tekniği kullanılarak Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ yüksek entropi alaşımı üretilmiştir. Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ alaşımının mikroyapı ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Alaşımın mikroyapı incelemesi, X-ışını kırınımı (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve Enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Vickers mikrosertlik testi ile mekanik özellikleri araştırılmıştır. XRD deseninde 2θ değerlerinin 43°, 50°, 74°, 90° ve 96° den oluştuğu ve alaşımın yüzey merkezli kübik kristal yapıda olduğu tespit edilmiştir. Farklı yöntemlerle üretilmiş FeNiCoCu dördümlü alaşımı için X-ışınları desenleri ile örtüştüğü belirlenmiştir. SEM mikrograflarında alaşımın yüzey morfolojisinde tipik bir dendrit yapısı gözlenmiştir. EDX sonuçlarında alaşım elementlerinin homojen bir şekilde birleştiği görülmektedir. Ortalama Vickers mikrosertlik değeri 574 HV olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Yüksek Entropili Alaşım, Mikroyapı, Vickers Mikrosertlik

ABSTRACT

FeNiCoCu high entropy alloy was produced using arc melting technique. The microstructure and mechanical properties of Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ alloy were examined. Microstructure examination of the alloy was accomplished by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX). In addition, the mechanical properties were investigated with the Vickers microhardness test. It has been determined that 2θ values in the XRD pattern consist of 43°, 50°, 74°, 90° and 96° and the alloy has a face-centred cubic crystal structure. It was determined that the X-ray patterns overlapped for the FeNiCoCu quaternary alloy produced by different methods. A typical dendrite structure has been observed in the surface morphology of the alloy in SEM micrographs. In the EDX results, it is seen that the alloying elements are combined homogeneously. The average Vickers microhardness value was calculated as 574 HV.

Keywords: High Entropy Alloy, Microstructure, Vickers Microhardness

GİRİŞ

Yüksek entropili alaşımlar (YEA), 2004 yılında bilim dünyasına kazandırılmıştır [1]. Yüksek entropili alaşımlar (YEA), fonksiyonel özelliklerinden dolayı son yıllarda yoğun olarak yapılan çalışmaların sayısı artmıştır. YEA, en az 5 element olmak üzere farklı elementlerin eşit veya %5-%35 oranların da bir araya gelmesiyle oluşturulan alaşımlar olarak tanımlanmaktadır. YEA'lar kararlı ve homojen kristal yapıya sahiptir. Bu alaşımlarının üretimi, tasarım ve sanayileşme üzerine odaklanılmıştır. YEA üretiminde en çok

vakumlu döküm tercih edilmektedir. YEA'nın aşınma, korozyon dirençleri ve yüksek sertlik ve mukavemetleri gibi üstün özelliklere sahiptir [2]. Havacılık, nükleer ve endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır [3]. Cantor tarafından 1981, 2002 ve 2004'de yaptıkları çalışmada YEA alaşım katı çözelti de tek faz YMK yapısının olduğunu bildirilmiştir [4]. Her zaman bileşimlerin oranları eşit olarak seçilmemektedir. Bu durumda YEA'lar için karışımın entropisi daha düşük olduğu belirlenmiştir [5]. Yüksek entropili alaşımlarının alaşım içerik oranları ve faz oluşumları tasarımlar için temel özelliklerindedir [6]. YEA, Hacim Merkezli Kübik, Yüzey Merkezli Kübik ve Hegzagonal Sıkı Paket kristal yapılara sahiptirler [7]. Malzeme özelliklerini geliştirmek amacı ile alaşım elementleri belirli oranlarda ilave edilir. Genel olarak, entropi değeri yüksek örneğin Co, Ni, Fe, Mo, Cr, Al ve Ti elementlerine odaklanılmıştır. YEA'da Hacim Merkezli Kübik fazı sertlik değerini artırmaktadır. Hacim merkezli kübik ve Yüzey merkezli kübik veya iki fazın birlikte katı eriyiklerinin oluşumu da görülmektedir. YEA bileşimlerinin belirlenmesinde Hume-Rothery kuralları çerçevesinde atomik boyut, kristal yapı ve valans özellikleri dikkate alınmaktadır [8–11].

Bu çalışmada, vakum ark ergitme tekniği kullanılarak $Fe_{25}Ni_{25}Co_{25}Cu_{25}$ kompozisyonunda YEA üretilmiştir. Yüksek entropili $Fe_{25}Ni_{25}Co_{25}Cu_{25}$ alaşımın mikroyapı ve mekanik özelliği araştırılmıştır.

YÖNTEM

Ark ergitme cihazı Edmund Bühler MAM-1 marka ile $Fe_{25}Ni_{25}Co_{25}Cu_{25}$ (%atomik) alaşımı üretilmiştir. Saf demir, nikel, kobalt ve bakır merck firmasından satın alınmıştır. Alaşımı 10 gram olarak hazırlanmıştır. Bileşen elementleri ultrasonik banyoda 15 dakika temizlenmiştir. Temizlenen saf külçeler vakum eritme cihazının su soğutmalı bakır potasına yerleştirilmiştir. Vakum ergitme için ortam inert hale getirilmiştir. Elementler ergitilerek alaşım üretimi gerçekleştirilmiştir. Alaşımın homojen durumuna getirmek için işlemler beş kez tekrar edilmiştir.

Külçe olarak elde edilen $Fe_{25}Ni_{25}Co_{25}Cu_{25}$ alaşımı metalografik işlemler yapılarak analizler için uygun boyut ve şekillere getirilmiştir. Alaşımın mikroyapı incelemeleri, X-ışını Kırınımı (XRD) Panalytical Philips X'Pert PRO marka cihazı kullanılmıştır. Morfolojik özellikleri ZEISS EVO LS10 marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve Enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) ile gerçekleştirilmiştir.

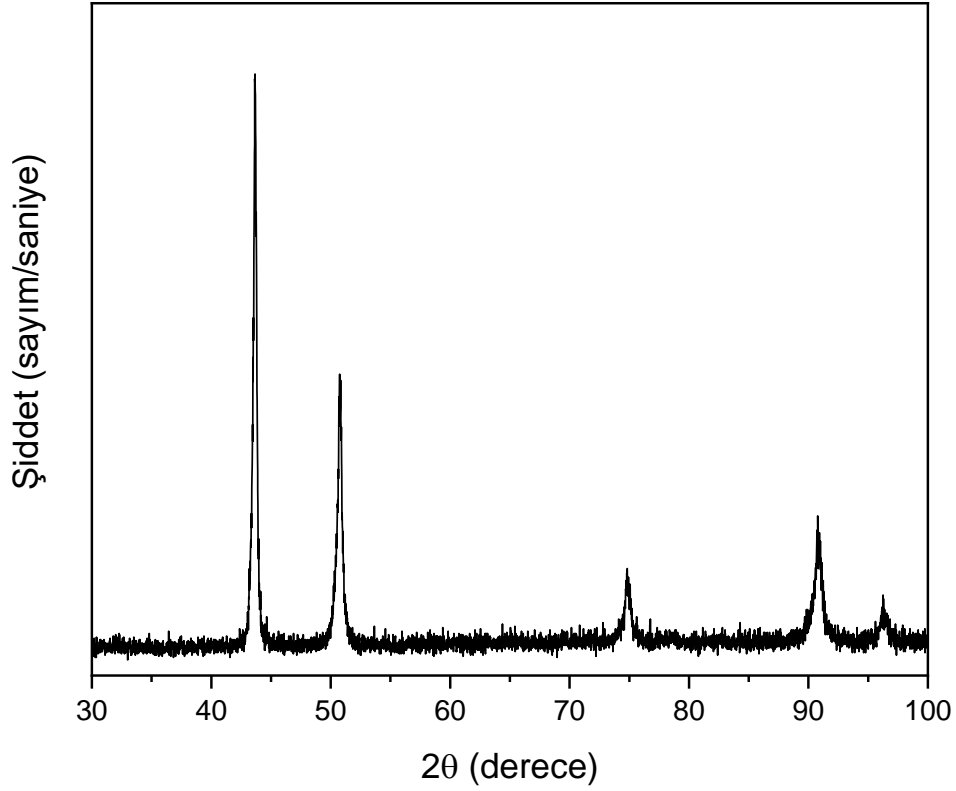
Vickers Shimadzu HVM-2 model mikrosertlik cihazı kullanılarak mikrosertlik testleri: Ölçümler; 9,807N yükte 10 s bekletilerek gerçekleştirilmiştir. Ölçüm yapılan her bir numunenin 10 farklı bölgesinden alınan mikrosertlik değerlerinin ortalaması alınmıştır. Vickers mikrosertlik değeri aşağıdaki eşitlikle (Eş.1) hesaplanmıştır. Burada; P uygulanan yük, d uygulanan yükün oluşturduğu izin köşegen uzunluğu, θ elmas ucun zıt yüzeyleri arasındaki açı olup, 136° dir.

$$HV = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{1,854(P)}{d^2} \quad (1)$$

BULGULAR

$Fe_{25}Ni_{25}Co_{25}Cu_{25}$ alaşımının mikroyapı incelemesi, X-ışını kırınımı (XRD), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve Enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Vickers mikrosertlik testi ile mekanik özellikleri araştırılmıştır.

Şekil 1'de $Fe_{25}Ni_{25}Co_{25}Cu_{25}$ XRD deseni görülmektedir. XRD deseninde 2θ değerlerinin 43° , 50° , 74° , 90° ve 96° den oluştuğu ve tek fazlı yüzey merkezli kübik kristal katı çözelti yapıda olduğu tespit edilmiştir. Farklı yöntemlerle üretilmiş FeNiCoCu dörtlü alaşımı için X-ışınları desenleri ile örtüştüğü belirlenmiştir [12].

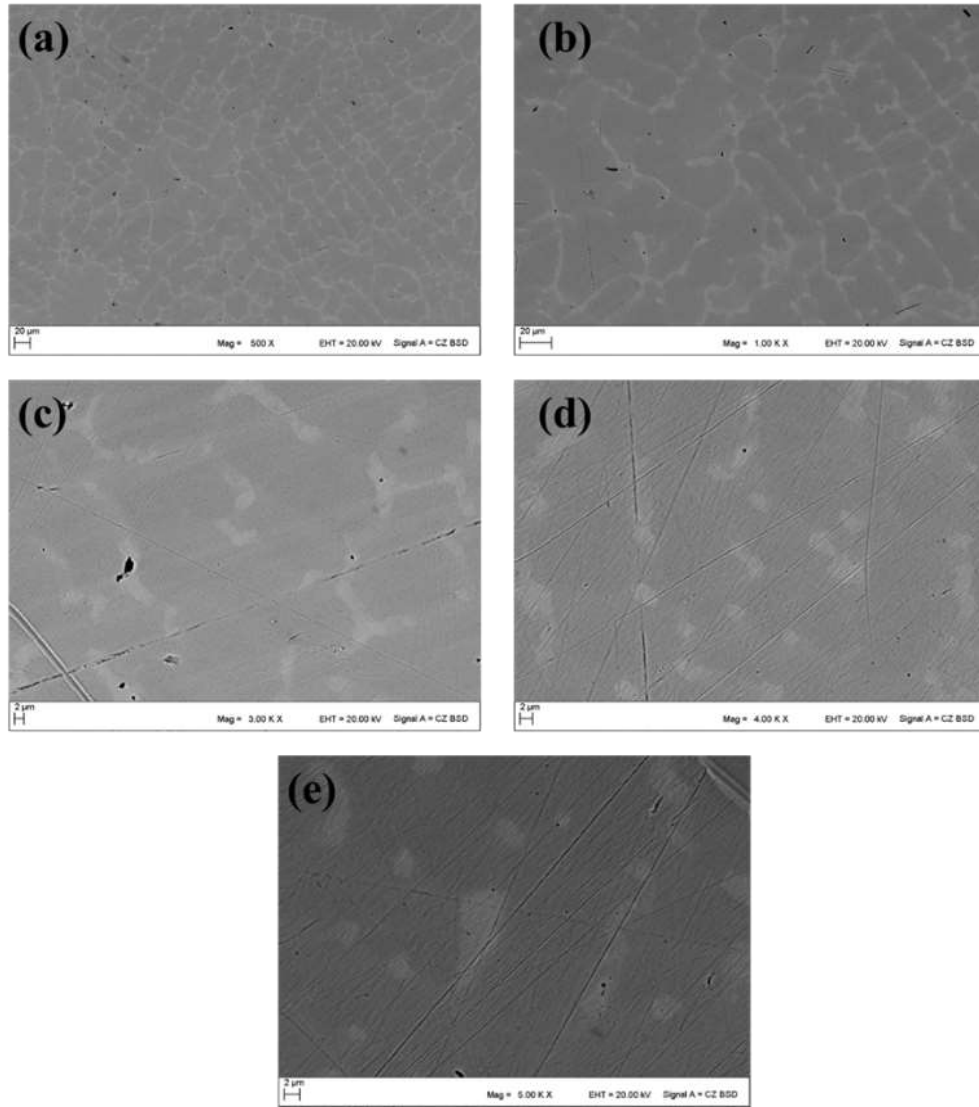


Şekil 1. Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ XRD deseni

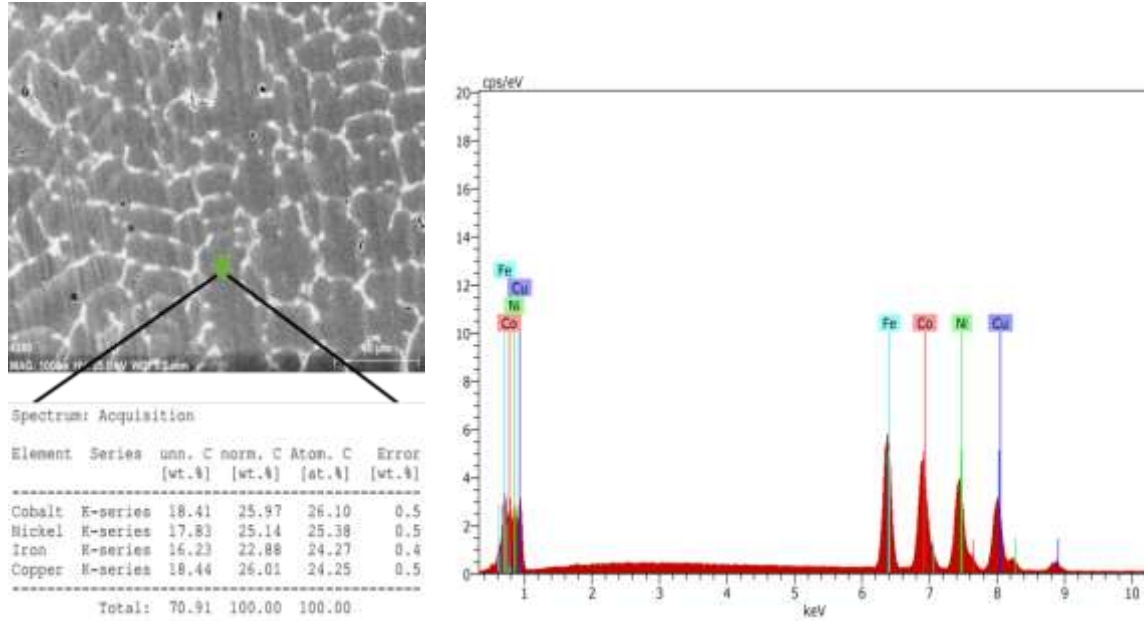
Şekil 2’de Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ SEM görüntüleri görülmektedir. SEM görüntüleri 500, 1000, 3000, 4000 ve 5000 kat olmak üzere beş farklı büyütmede morfolojik yapının görüntüleri alınmıştır. SEM mikrograflarında alaşımın yüzey morfolojisinde tipik bir dendrit ve interdendrit yapılar gözlenmiştir [6].

Şekil 3’de Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ EDX noktasal analiz sonuçları görülmektedir. Alaşımın matris yapısı koyu renkli alanlardan oluşmaktadır. Noktasal EDX analizi matris üzerinde yapılmıştır. Bu sonuçlara göre alaşım elementlerinin homojen bir şekilde birleştiği görülmektedir. Ayrıca ana matris yapısının YMK (yüzey merkezli kübik yapı) olduğu görülmektedir [7]. EDX sonuçları, XRD analizinin sonuçları ile uyum içerisindedir.

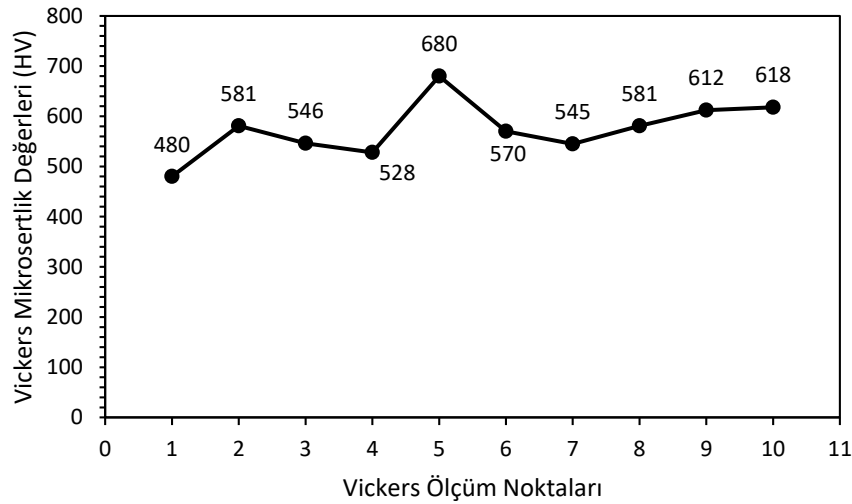
Şekil 4’de Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ Vickers mikrosertlik sonuçları verilmiştir. Ortalama Vickers mikrosertlik değeri 574 HV olarak hesaplanmıştır. Yüksek entropili alaşımlar takım malzemeleri ve motor blokları gibi yüksek sıcaklıklarda, mukavemet ve korozyon dayanımının önem arz ettiği alanlarda kullanılmaya adaydır [5,9].



Şekil 2. $\text{Fe}_{25}\text{Ni}_{25}\text{Co}_{25}\text{Cu}_{25}$ SEM görüntüleri



Şekil 3. Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ EDX noktasal analiz sonuçları



Şekil 4. Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ Vickers mikrosertlik sonuçları

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ark ergitme tekniği kullanılarak üretilen Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ yüksek entropi alaşımı mikroyapı ve mekanik özellikleri sırasıyla (XRD), (SEM), (EDX) ve Vickers mikrosertlik testi ile araştırılmıştır. Fe₂₅Ni₂₅Co₂₅Cu₂₅ YEA'nın XRD deseninde yüzey merkezli kübik kristal yapıda olduğu tespit edilmiştir. SEM görüntülerinde yüzey morfolojisinde tipik bir dendrit yapısı gözlenmiştir. EDX sonucunda alaşımın homojen bir karışım olduğu tespit edilmiştir. Vickers mikrosertlik ortalama değeri 574 HV olarak hesaplanmıştır. Yüksek sıcaklıklarda, mukavemet ve korozyon dayanımının önem arz ettiği alanlarda kullanılmaya aday alaşım

başarılı olarak üretilerek karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] B.S. Murty, J.-W. Yeh, S. Ranganathan, P.P. Bhattacharjee, High-entropy alloys, Elsevier, 2019.
- [2] B. Cantor, Multicomponent and high entropy alloys, *Entropy*. 16 (2014) 4749–4768.
- [3] Y. Zhang, Y.J. Zhou, J.P. Lin, G.L. Chen, P.K. Liaw, Solid-solution phase formation rules for multi-component alloys, *Adv. Eng. Mater.* 10 (2008) 534–538.
- [4] B. Cantor, I.T.H. Chang, P. Knight, A.J.B. Vincent, Microstructural development in equiatomic multicomponent alloys, *Mater. Sci. Eng. A*. 375 (2004) 213–218.
- [5] M.A. Hemphill, T. Yuan, G.Y. Wang, J.W. Yeh, C.W. Tsai, A. Chuang, P.K. Liaw, Fatigue behavior of Al_{0.5}CoCrCuFeNi high entropy alloys, *Acta Mater.* 60 (2012) 5723–5734.
- [6] D.B. Miracle, O.N. Senkov, A critical review of high entropy alloys and related concepts, *Acta Mater.* 122 (2017) 448–511.
- [7] Y. Zhang, T.T. Zuo, Z. Tang, M.C. Gao, K.A. Dahmen, P.K. Liaw, Z.P. Lu, Microstructures and properties of high-entropy alloys, *Prog. Mater. Sci.* 61 (2014) 1–93.
- [8] Z. Li, S. Zhao, R.O. Ritchie, M.A. Meyers, Mechanical properties of high-entropy alloys with emphasis on face-centered cubic alloys, *Prog. Mater. Sci.* 102 (2019) 296–345.
- [9] O.N. Senkov, G.B. Wilks, J.M. Scott, D.B. Miracle, Mechanical properties of Nb₂₅Mo₂₅Ta₂₅W₂₅ and V₂₀Nb₂₀Mo₂₀Ta₂₀W₂₀ refractory high entropy alloys, *Intermetallics*. 19 (2011) 698–706.
- [10] S. Guo, C. Ng, J. Lu, C.T. Liu, Effect of valence electron concentration on stability of fcc or bcc phase in high entropy alloys, *J. Appl. Phys.* 109 (2011) 103505.
- [11] F. Otto, Y. Yang, H. Bei, E.P. George, Relative effects of enthalpy and entropy on the phase stability of equiatomic high-entropy alloys, *Acta Mater.* 61 (2013) 2628–2638.
- [12] D.B. Miracle, J.D. Miller, O.N. Senkov, C. Woodward, M.D. Uchic, J. Tiley, Exploration and development of high entropy alloys for structural applications, *Entropy*. 16 (2014) 494–525.

EDİRNE EKOLOJİK KOŞULLARINDA ERKEN İLKBAHARDA EKİLEN MAVİ TAŞ YONCASI (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.)'NİN OT VERİMİ VE KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF FORAGE YIELD AND QUALITY PROPERTIES OF BLUE MELILOT (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.) AT EARLY SPRING SOWING UNDER EDİRNE ECOLOGICAL CONDITIONS

Zir. Yük. Müh. Umutcan TAŞDELEN

Uzunköprü Ziraat Odası, Uzunköprü, Edirne.

ORCID NO: 0000-0002-2423-9847

Doç. Dr. Ertan ATEŞ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Süleymanpaşa, Tekirdağ.

ORCID NO: 0000-0002-3048-497X

ÖZET

Araştırma, Edirne ekolojik koşullarında erken ilkbaharda ekilen mavi taş yoncasının ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma, Edirne ili Uzunköprü İlçesi Gazihalil Köyü çiftçi koşullarında 2 yıl süreyle 2020-2021 yıllarında yürütülmüştür. Ekim normu 3 kg/da olacak şekilde sıra arası 25 cm olan ve 5 m uzunlukta 20 sıradan oluşan parsellere ekim yapılmıştır. Ekimle birlikte dekara 3 kg saf azot ve 3 kg fosfor gelecek şekilde gübre uygulaması yapılmıştır. Bitki boyu, bitkide yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprakçık boyu, yaprakçık eni, yaprak/sap oranı, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi ile bazı kalite özellikleri (ham protein oranı, ham protein verimi, asit deterjanda çözünmeyen lif ve nötr deterjanda çözünmeyen lif) belirlenmiştir. En yüksek bitki boyu (38.03 cm), sap çapı (0.43 cm), yeşil ot verimi (554.10 kg/da), kuru ot verimi (103.66 cm) ve ham protein verimi (18.94 kg/da) ilk yılda belirlenmiştir. Bununla birlikte, mavi taş yoncası Edirne ilinde otlatma mevsimi başlayana kadar mart ayı sonunda ve nisan ayında mera yönetimine uygun olarak geçici mera şeklinde de otlatılabilir.

Anahtar kelimeler: Kalite özellikleri, ot verimi, mavi taş yoncası, yeşil ot verimi.

ABSTRACT

The aim of this investigation was to determine forage yield and quality properties of blue melilot in spring sowing under Edirne ecological conditions. The study was conducted during 2020-2021 at Gazihalil village of the Uzunkopru-Edirne province in Thrace, Turkey. Seed was sown in plots of 20 rows, with a spacing of 25 cm and 5 m in length. A basal fertilizer containing 30 kg ha⁻¹ nitrogen and phosphorus were incorporated into the soil at the time of land preparation. The plant height, number of leaves per plant, leaf length, leaflet width, leaflet length, leaf/stem ratio, green fodder yield, dry matter yield, crude protein, crude protein yield, acid detergent fiber and neutral detergent fiber were determined. The highest plant height (38,03 cm), stem diameter (0,43 cm), green fodder yield (5,54 t/ha), dry matter yield (1,03 t/ha) and crude protein yield (189, 40 kg/ha) were found from blue melilot at the first year (2020). At the same time, blue melilot can be grazed at the end of march and in April until the start of grazing season at Edirne province. It will be appropriate to carry out the grazing in this period according to the range management.

Keywords: Blue melilot, Hay yield, Green Fodder Yield, Quality Traits

GİRİŞ

Ülkemizde hayvansal üretim ya da daha fazla bilinen adıyla hayvancılık sektörü sürekli değişmekte ve gelişmektedir. Bu değişimle birlikte çiftçilerimiz de ihtiyaçlarına yönelik farklı çözüm yolları aramaya başlamış, kaba yem üretimi ve çeşitliliği konusunda bilinçli üretim yapmaya çalışmaktadırlar. Her ne kadar hayvansal ürün fiyatlarındaki artış çiftçilerimizi etkilese de Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] 2021 yılı verilerine göre, büyükbaş hayvan sayısı 18 milyon 318 bin baş, küçükbaş hayvan sayısı ise 57 milyon 417 bin baştır. Hayvan sayımızdaki artış yem ihtiyacını da arttırmakta ve üreticiler bu artışa karşı yem açığını kapatmaya çalışmaktadır. Tarla sahibi olarak büyük ölçekteki çiftçilerimiz geçim kaynağı olarak hayvancılık yapmamakta, küçük ölçekli çiftçilerimiz de yeterli araziye sahip olmadığı için yem bitkisi üretmekte güçlük yaşamaktadır. Bu sorunun çözülmesi için küçük çiftçilerimize gereken tarımsal yardım ve destekleme yapılmalı, büyük çiftçilerimizin de hayvan yetiştiriciliğine yönlendirilmesi sağlanmalıdır. Böylece diğer bitkilerin yanında yem bitkilerinin de üretimi artırılabilir ve hayvancılıktaki kaba yem ihtiyacının karşılanması sağlanabilir. Ayrıca hayvancılık birçok sektörü içerisinde barındırdığı için ülke ekonomisine katkı sağlayabilir, kırsal alandaki işsizliği azaltarak köyden kente olan düzensiz göçü engelleyebilir. Hayvancılığın kaliteli ve verimli olması için süt üretiminin de destekleme ve teşvik çalışmalarıyla artırılması beklenmektedir.

Araştırmalar ve ortaya çıkan sonuçlarla birlikte hayvan sayımızdaki artış zamanla belirgin hale gelmekte ve kaba yem açığı da buna bağlı olarak artmaktadır. Daha fazla yem bitkisi ekim ve üretimi ile bu açığın kapatılmaya ihtiyacı vardır. Bununla birlikte, yem bitkileri hayvan beslenmesindeki önemlerinin yanı sıra mineral ve vitamin kaynağı olmaları sebebiyle hayvan sağlığı açısından da önemlidirler. Ayrıca toprak verimliliği açısından su ve rüzgâr erozyonunu önleyerek toprağı besin maddeleri yönünden zenginleştirir. Bu yüzden tarlalarımızda nöbetleşe ekim sistemlerinde ucuz besin kaynağı olan kaba yem üretimine önem verilmelidir.

Ayrıca, küresel ısınma ve sera gazının etkisiyle havadaki karbondioksit oranı artmaktadır. Bu artışın olumsuz etkilerinden biri de toprak verimliliğindeki azalmaya neden olmasıdır. Bunun sonucunda çayır ve meralarımız olumsuz etkilenmektedir. Dünyada yaygın olarak yapılan hayvancılıkta kaba yem ihtiyacının çoğu çayır ve meradan elde edilmektedir. Fakat, hayvan beslenmesinde kullanılan kesif yemler ve hayvan atıklarından yapılan gübreler metan salınımının artmasına yol açtığı için kirliliği arttırmaktadır. Bu yüzden modern tarıma önem verilmeli, küresel ısınmadan daha az etkilenecek kuraklığa toleranslı/dayanıklı ve boş tarla alanlarının değerlendirilmesi amaçlı yem bitkisi ekimi tercih edilmelidir. Özellikle yem bitkilerinin büyük kısmının ekimi kışlık olarak sonbaharda yapılmaktadır. Bununla birlikte, sıcak iklim yem bitkileriyle birlikte birçok yem bitkisinin erken ilkbaharda yazlık olarak ta ekimi yapılabilmektedir. Küresel ısınmanın etkilerinin yoğun bir şekilde hissedildiği günümüzde, bahar aylarındaki dengesiz yağışlar ve sıcak hava dalgaları ile yaz döneminde ortaya çıkan kuraklığa bağlı olarak özellikle yazlık olarak yetiştirilen bitkilerde verim kayıplarının olduğu gözlenmektedir. Buna yönelik olarak olumsuz koşullara karşı bitkilerin tepkilerinin belirlenmesine yönelik araştırmalara olan ihtiyaç ta artmaktadır. Yeni kültüre alınan bir tür olması nedeniyle mavi taş yoncası ile yapılan araştırmaların sayısı sınırlı olup bitkinin kışlık ekilerek yürütülen çalışmalar bulunmaktaysa da yazlık ekimine yönelik çalışma bulunmadığı literatür araştırmaları sonrasında görülmüştür.

Ülkemizde tarım ve hayvancılık sektöründe önemli bir paya sahip olan Trakya Bölgesinin yüzölçümü 2 476 000 hektar (ha)'dır. Bunun 1 225 000 ha'da kuru, yaklaşık 160 000 ha'da sulu koşullarda tarım yapılmaktadır. Bölgede yaklaşık 1.3-1.5 milyon büyükbaş hayvan bulunmakta ve bu hayvanların yem ihtiyacı çayır-meralardan ve diğer bitkilerin artıklarından karşılanmaktadır. Tarım alanlarının yaklaşık %4'ünde yem bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır (Atalay ve Ateş, 2020). Ekim alanlarında yonca (*Medicago sativa* L.), Macar fiğı (*Vicia pannonica* Crantz.), yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.), sorgum (*Sorghum bicolor* Piper) Stapf), sudan otu (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) gibi birçok farklı yem bitkisi üretilmektedir. Trakya çiftçileri bu türlerin yanında hayvanları beslemek için yeni bitki türleri arayışındadır. Mavi taş yoncası bu arayışta yer alabilecektir.

Hayvancılıktaki farklı yem bitkisi arayışına alternatif oluşturan ve baklagil (*Fabaceae*) bitkisi olan mavi taş yoncası (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.), günümüzde yeşil ot üretimi yanında tıbbi ve aromatik olarak da bir örnek oluşturabilir. Bitki ile ilgili Edirne ilinde kışlık ekim yapılarak yürütülen çalışmalar yapılmış olmakla birlikte erken ilkbaharda ekim yapıldığında bitkinin performansının belirlenmesine yönelik araştırma bulunmamaktadır. Buna yönelik olarak, mavi taş yoncasının Edirne ilinde erken ilkbaharda yazlık ekildiğinde ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi araştırmamızın amacını oluşturmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma, Edirne İli Uzunköprü ilçesi Gazihalil köyü çiftçi koşullarında 2020-2021 yılları arasında 2 yıl süreyle, 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünü tarafından ıslah edilerek geliştirilen BG-3 mavi taş yoncası hattı ile taban gübresi olarak Gübretaş firmasına ait 20-20-0 kompoze gübre kullanılmıştır.

Deneme Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri

Deneme tarlası deniz seviyesinden 131 m yükseklikte, 41° 03' kuzey enlemi ile 26° 41' doğu boylamlarının kesiştiği yerde bulunmaktadır.

Çalışmanın yürütüldüğü yıllarda tarlalardan ekim öncesi 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmış ve Uzunköprü Ticaret Borsası Analiz Laboratuvarında analizleri yaptırılmıştır.

2020 yılı toprak analizi sonuçları (Tablo 1) incelendiğinde pH'ı hafif alkalin olan toprak killi-tınlı bünyede, kireçli, toplam azot, fosfor ve çinko bakımından noksan, kalsiyum, magnezyum, demir ve mangan bakımından yeterli, humusça orta ve tuzluluk problemi olmadığı görülmektedir.

Tablo 1. 2020 yılı toprak analiz sonuçları

| Özellikler | Sonuç | Birim | Değerlendirme |
|----------------------------|---------|-------|------------------------|
| Bünye | 62,00 | | Killi-Tınlı |
| Organik madde | 2,06 | % | Humusça Orta |
| Tuz (mmhos/cm) | 818,00 | % | Tuzluluk Tehlikesi Yok |
| Kireç (CaCO ₃) | 13,68 | % | Kireçli |
| Toplam Azot (N) | 0,10 | % | Noksan |
| Fosfor (P) | 6,37 | ppm | Noksan |
| Potasyum (K) | 115,81 | ppm | Orta |
| Kalsiyum (Ca) | 4437,50 | ppm | Yeterli |
| Çinko (Zn) | 0,99 | ppm | Noksan |
| Magnezyum (Mg) | 451,06 | ppm | Yeterli |
| Demir (Fe) | 10,51 | ppm | Yeterli |
| Mangan (Mn) | 9,11 | ppm | Yeterli |
| pH | 7,54 | | Hafif Alkalin |

2021 yılında (Tablo 2) ise pH'ı hafif alkalin olan toprak killi-tınlı bünyede, kireçli, humusça fakir, toplam azot ve fosfor bakımından çok düşük, potasyum, kalsiyum, demir ve mangan bakımından yeterli, çinko bakımından noksan, magnezyum bakımından çok yüksek ve tuzluluk problemi olmadığı görülmektedir.

Karasal iklim yapısına sahip olan Edirne-Uzunköprü ilçesinin yıllık sıcaklık ortalaması 13.7 °C olup 601.4

mm yıllık ortalama yağış miktarına sahiptir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllardaki aylara ait sıcaklık ve yağış verileri Edirne Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 2. 2021 yılı toprak analiz sonuçları

| Özellikler | Sonuç | Birim | Değerlendirme |
|----------------------------|---------|-------|------------------------|
| Bünye | 58,00 | | Killi-Tınlı |
| Organik madde | 1,19 | % | Humusça Fakir |
| Tuz (mmhos/cm) | 736,00 | % | Tuzluluk Tehlikesi Yok |
| Kireç (CaCO ₃) | 13,68 | % | Kireçli |
| Toplam Azot (N) | 0,06 | % | Çok Düşük |
| Fosfor (P) | 0,98 | ppm | Çok Düşük |
| Potasyum (K) | 248,86 | ppm | Yeterli |
| Kalsiyum (Ca) | 6291,30 | ppm | Yeterli |
| Çinko (Zn) | 0,88 | ppm | Noksan |
| Magnezyum (Mg) | 1387,98 | ppm | Çok Yüksek |
| Demir (Fe) | 11,09 | ppm | Yeterli |
| Mangan (Mn) | 7,46 | ppm | Yeterli |
| pH | 7,48 | | Hafif Alkalin |

Tablo 3. Araştırmanın Yürütüldüğü Aylara Ait Bazı İklim Değerleri

| Aylar | Yağış (mm) | | | Sıcaklık (°C) | | |
|----------------|------------------|-------|-------|-------------------|------|------|
| | Uzun Yıllar Ort. | 2020 | 2021 | Uzun Yıllar Ort. | 2020 | 2021 |
| Şubat | 52,3 | 38,8 | 57,0 | 4,3 | 6,8 | 7,0 |
| Mart | 50,8 | 24,8 | 67,0 | 7,6 | 10,0 | 6,6 |
| Nisan | 47,6 | 94,0 | 64,2 | 12,8 | 11,4 | 11,1 |
| Mayıs | 52,8 | 71,0 | 51,6 | 18,0 | 17,7 | 18,4 |
| Haziran | 47,2 | 46,2 | 71,0 | 22,2 | 22,2 | 21,6 |
| Temmuz | 32,5 | 26,2 | 0,0 | 24,6 | 25,4 | 26,5 |
| Toplam: | 283,2 | 301,0 | 310,8 | Ort.: 14,9 | 15,5 | 15,2 |

Araştırmanın yapıldığı yıllarda bitkinin ekiminden hasat edilene kadar geçen süredeki ayların iklim değerleri incelendiğinde, her iki yılda da toplam yağış miktarı ve sıcaklık ortalamaları uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu saptanmıştır. Bitki büyüme dönemi içerisinde nisan ayı yağış miktarı göz önüne alındığında denemenin kurulduğu iki yılda da yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu, mayıs ayında ise denemenin kurulduğu ilk yılda düşen yağış miktarının uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir. İkinci yılda ise mayıs ayında düşen yağış miktarının uzun yıllar ortalamasından düşüktür.

Yöntem

Araştırma arazisi her iki yılda da aynı tarla olup deneme tarlanın farklı bölgelerine kurulmuştur. Her iki ekim yılından önce ön bitki olarak sebze yetiştiriciliği yapılmıştır. Deneme alanı tek düze yapıya sahip olup sebze hasadından sonra gölge tavında 20-25 cm derinlikte sürüm gerçekleştirilmiştir. Ekimden önce rotatiller ile toprak işleme yapılarak kesekli toprak yapısı inceltirilmiştir. Sonrasında yaylı tırmık çekilmiş

ve tohum yatağı hazırlanmıştır.

Parsel sıraları açılmadan önce dekara saf 3 kg azot ve fosfor uygulaması 20-20-0 kompoze gübre ile uygulanmıştır. Parsellerde uzunluğu 5 m, sıra arası 25 cm olan 20 sıra açılmış, ekim normu 3 kg/da olacak şekilde her yıl şubat ayında elle ekim yapılmıştır. Araştırmada sulama yapılmamıştır. Deneme parselleri düzenli olarak kontrol edilmiş olup kültürel yöntemlerle yabancı bitki mücadelesi yapılmıştır. Bitkilerin tam çiçeklenme döneminde (1.Yıl:14 Mayıs 2020 tarihinde, 2.Yıl: 20 Mayıs 2021 tarihinde) her parselden tesadüfen seçilen 10 bitkide bitki boyu (cm), bitkide yaprak sayısı, sap çapı (cm), yaprak uzunluğu (cm), yaprakçık eni ve boyu (cm) ile yaprak/sap oranı belirlenmiştir. Parsellerin kenar tesirleri dışında kalan kısımdan 3 m² alan biçilip yeşil ot verimi (kg/da) hesaplanmıştır. Kuru ot verimi (kg/da) yaklaşık 500 g yeşil ot örnekleri gölgede çevrilerek kurutulduktan sonra bulunmuştur. Kuru numuneler 0.5 mm elek açıklığında öğütülmüş (Ates ve Tekeli, 2007) ve ham protein oranı (%), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranları (%) Van Soest ve ark. (1991) ile AOAC (2007)'nin belirttikleri yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir. Kuru ot verimi ve ham protein oranlarında yararlanılarak ham protein verimi (kg/da) hesaplanmıştır. Araştırmada tek mavi taş yoncası hattı kullanılmış ve farklı faktörler yer almadığından iki yıla ait sonuçların t-testi TARİST istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen sonuçlar Tablo 4 ve Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 4. Erken ilkbarda ekilen mavi taş yoncasının bazı morfolojik özellikleri

| Yıllar | Karakterler | | | | | | |
|---------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------|
| | <i>Bitki Boyu (cm)</i> | <i>Bitkide yaprak sayısı</i> | <i>Yaprak uzunluğu (cm)</i> | <i>Yaprakçık boyu (cm)</i> | <i>Yaprakçık eni (cm)</i> | <i>Sap çapı (cm)</i> | <i>Yaprak/sap oranı</i> |
| 2020 | 38.03a | 20.73 | 7.70 | 3.78 | 2.11 | 0.43a | 0.77 |
| 2021 | 31.06b | 19.03 | 7.40 | 3.21 | 1.77 | 0.33b | 0.76 |
| t Testi | 14,783** | ÖD | ÖD | ÖD | ÖD | 4,959** | ÖD |

** : %1 düzeyinde önemli, ÖD: Önemli Değil

Tablo 5. Erken ilkbarda ekilen mavi taş yoncasının ot verimi ve bazı kalite özellikleri

| Yıllar | Karakterler | | | | | |
|---------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|
| | <i>Yeşil ot verimi (kg/da)</i> | <i>Kuru ot verimi (kg/da)</i> | <i>Ham protein oranı (%)</i> | <i>Ham protein verimi (kg/da)</i> | <i>NDF oranı (%)</i> | <i>ADF oranı (%)</i> |
| 2020 | 554.10a | 103.66a | 17.95 | 18.94a | 42.33 | 28.99 |
| 2021 | 421.80b | 82.77b | 18.27 | 15.16b | 42.10 | 29.04 |
| t Testi | 10,794** | 11,383** | ÖD | 10.784** | ÖD | ÖD |

** : %1 düzeyinde önemli, ÖD: Önemli Değil

En yüksek bitki boyu (38.03 cm), sap çapı (0.43 cm), yeşil ot verimi (554.10 kg/da), kuru ot verimi (103.66 kg/da) ve ham protein verimi (18.94 kg/da) araştırmanın ilk yılında belirlenmiştir. Her iki yıl arasında bitkide yaprak sayısı (19.03-20.73 adet), yaprak uzunluğu (7.40-7.70 cm), yaprakçık boyu (3.21-3.78 cm), yaprakçık eni (1.77-2.11 cm), yaprak/sap oranı (0.76-0.77), ham protein (%17.95-18.27), NDF (%42.10-42.33) ve ADF (%28.99-29.04) oranları bakımından fark belirlenmemiştir. Badrzadeh ve Ghafarzadeh-namazi (2009) mavi taş yoncasının bitki boyunu 25-60 cm arasında değiştiğini ifade ederlerken; yapılan bir diğer araştırmada, kışlık ekilen mavi taş yoncasının BG-3 hattının bitki boyu ortalaması 84.48 cm tespit edilmiştir (Tenikecier ve Ates, 2020). Mavi taş yoncasının yaprak uzunluğu meyve bağlama döneminde

7.77 cm, %50 çiçeklenme döneminde 7.62 cm bulunmuştur (Ateş ve Seren, 2020). Ates (2011) mavi taş yoncasının %50 çiçeklenme döneminde yaprak/sap oranını 0.77 olarak hesaplar; aynı araştırmacı yaptığı bir diğer araştırmada (2015) bitkinin ortalama yaprak sayısını 27.20 adet, yaprakçık enini 2.22 cm, yeşil ot verimini 1150 kg/da ve kuru ot verimini 305 kg/da belirlemiştir. Ateş ve Seren (2020) mavi taş yoncasının tomurcuklanma başlangıcında NDF oranını %39.09 ve ADF oranını %28.24; %50 çiçeklenme döneminde ise %40.19 NDF ve %29.44 ADF oranı ile meyve bağlama döneminde %42.33 NDF ve %30.83 ADF oranı tespit etmişlerdir. Sonuçlar diğer araştırmacıların bulmuş olduğu sonuçlar ile benzerlik veya paralellik göstermektedir.

SONUÇ

Daha önce farklı araştırmacılar tarafından kışlık ekim yapılarak yürütülen diğer çalışmalar ile ot verimine ait sonuçlar birlikte irdelendiğinde, mavi taş yoncasının erken ilkbaharda susuz koşullarda yapılan ekimi sonucunda ot veriminin düştüğü; ancak, Edirne ilinde meraların otlatılmaya başlama tarihine kadar gereksinim duyulan ot ihtiyacını karşılamak için iklim koşullarına bağlı olarak mart sonu ve nisan ayında otlatma amacıyla tercih edilebileceği ortaya çıkmaktadır. Bu dönemdeki otlatmanın çayır-mera yönetim ilkelerine göre yapılması uygun olacaktır. Araştırmadaki incelenen morfolojik ve tarımsal özelliklerden farklı olarak belirlenmeyen diğer karakterler ile tıbbi ve aromatik özelliklerin de saptanmasına yönelik çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu makale Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından 2022 yılında kabul edilmiş olan Umutcan TAŞDELEN'e ait Yüksek Lisans Tezinin bir bölümü olup sağladığı destek ve katkılardan dolayı adı geçen enstitüye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

AOAC (2007). *Association of official analytical chemists. Official methods of analysis*. 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

Arslan, B., Culpan, E. ve Ateş, E. (2016). A new alternative species as a medicinal, aromatic and forage crop: blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.). *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 30, 392-394.

Atalay, M. ve Ateş, E. (2020). Edirne koşullarında farklı azot dozu uygulamalarının sorgum x sudan otu (*Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) melez çeşitlerinin verim ve bazı kalite özelliklerine etkileri. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 7, 2021-230.

Ates, E. (2011). Determination of forage yield and its components in blue melilot (*Melilotus caerulea* (L.) Desr.) grown in the western region of Turkey. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 45, 299-302.

Ates, E. (2015). Performance of four blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.) lines grown at two locations in the Thrace region of Turkey. *Range Management and Agroforestry*, 36, 122-127.

Ates, E. ve Tekeli, A.S. (2007). Salinity tolerance of persian clover (*Trifolium resupinatum* var. *majus* Boiss.) lines at germination and seedling stage. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3, 71-79.

Ateş, E. ve Seren, O.A. (2020). **Edirne ekolojik koşullarında mavi taş yoncası (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.)'nın farklı gelişme dönemlerindeki yem verimi ve kalitesinin belirlenmesi.** *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57, 111-117.

Badrzadeh, M. ve Ghafarzadeh-namazi, L. (2009). *Trigonella caerulea* (Fabaceae), an aromatic plant from Ardabil province, Iran. *Iranian Journal of Botany*, 15, 82-84.

Tenikecier, H.S. ve Ates, E. (2020) Determination of seeding rate in the blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.) for forage yield and some quality features under subtropical condition. *Turkish Journal of Field Crops*, 25, 161-167.

Van Soest, P.J., Robertson, J., B. ve Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

TÜİK. (2021). Türkiye istatistik kurumu hayvancılık verileri. 12 Kasım 2021, Erişim adresi <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Haziran-2021-37208&dil=1>

SAVUNMA VE HAVACILIK SANAYİNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMANIN BULANIK TOPSIS YÖNTEMİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

SUPPLIER SELECTION OF A COMPANY OPERATING IN DEFENSE AND AVIATION INDUSTRY BY FUZZY TOPSIS METHOD

Doç. Dr. Gülşen AKMAN

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye.

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0002-5696-2423>

Rana HATİPOĞLU

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8835-8442>

Enes AŞKIN

³Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli/Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8755-0758>

ÖZET

Günümüz işletmelerinde, hemen hemen her sektörde işletme maliyetinin büyük bir çoğunluğunu hammadde ve malzeme maliyetleri oluşturmaktadır. Oluşan yüksek maliyetlerin düşürülmesinde satın alma departmanı oldukça önemli bir rol almaktadır. Satın alma departmanı için en önemli konulardan birisi de işletmenin faaliyetlerini yürütebilmesi için gerekli olan hammadde, malzeme ya da hizmetlerin tedarik edileceği tedarikçinin seçilmesidir. Tedarikçi seçimi, son dönemlerde büyük bir önem kazanan tedarik zinciri yönetiminin önemli bir parçası haline gelmiştir. Tedarikçi seçimi, birçok kriterin bir araya gelmesiyle oluşan bir karar problemidir. Seçilecek olan tedarikçi diğer tedarikçilerle kıyaslayarak karar verme sürecine gidilir. Bu süreçte karşılaştırılan birçok kriter mevcuttur. Bu problemlerin çözülebilmesi için tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden de yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, havacılık ve savunma sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin tedarikçi seçme problemi incelenmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan “Bulanık TOPSIS Yöntemi” tedarikçi seçim süreçlerinde kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bu çalışmada da tedarikçi seçim sürecinde “Bulanık TOPSIS Yöntemi” kullanılmıştır. Tedarikçi seçim kriterleri ile tedarikçiler değerlendirilerek en uygun seçimi yapma doğrultusunda yürütülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Tedarikçi Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık Topsis Yöntemi.

ABSTRACT

In today's businesses, raw material and material costs constitute the majority of the operating costs in almost every sector. The purchasing department plays a very important role in reducing the high costs incurred. One of the most important issues for the purchasing department is the selection of the supplier from which the raw materials, materials or services necessary for the operation of the business will be supplied. Supplier selection has become an important part of supply chain management, which has gained great importance recently. Supplier selection is a decision problem formed by the combination of many criteria. The supplier to be selected is compared with other suppliers and the decision-making process is started. There are many

criteria that are compared in this process. In order to solve these problems, multi-criteria decision making methods are also used in supplier selection. In this study, the supplier selection problem of an enterprise operating in the aerospace and defense sector has been examined. "Fuzzy TOPSIS Method", which is one of the multi-criteria decision making methods, is a common method used in supplier selection processes. In this study, the "Fuzzy TOPSIS Method" was used in the supplier selection process. It was carried out in line with making the most appropriate selection by evaluating the suppliers with the supplier selection criteria.

Keywords: Supply Chain Management, Supplier Selection, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy TOPSIS Method.

GİRİŞ

Son yıllarda gelişen teknoloji ve müşteri taleplerindeki değişiklikler işletme ekonomilerini ve buldukları pazardaki rekabetini olumsuz yönde etkilemişlerdir. Rekabetin gittikçe kızıştığı bu piyasalarda işletmelerin kar ve pazar paylarını koruyabilmeleri için yönetim stratejileri açısından değişikliğe gitmeleri gerekmektedir. Değişen ve önem kazanan yöntemlerden bir tanesi de Tedarik Zinciri Yönetimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Tedarik zinciri yönetimini bünyesine iyi bir şekilde oturtan işletmelerin hem kar oranlarını hem de pazardaki paylarını önemli ölçüde arttırdıkları görülmektedir.

İşletmelerin içerisinde buldukları rekabetçi ortamlarda ayakta kalabilmeleri ve müşteri taleplerindeki değişikliklere hızlı ve etkili karşılıklar verebilmeleri için yeni yöntemlere başvurmuşlardır. İşletmelerin rekabet düzeylerinin kabul edilebilir düzeyde olabilmesi için işletme içi maliyetlerin minimuma çekilmiş olması gerekmektedir. Küreselleşen rekabet koşullarında ayakta kalabilmek için üretilecek olan yüksek kalite ürünü kısa bir zamanda ve minimum maliyette üretebilmek, işletme için güvenilir bir tedarikçiye sahip olmayla başarılabilir. Dönem içerisinde yaşanan gelişmeler tedarikçilerin işletme başarılarındaki önemini bize her geçen gün göstermiştir. İşletmelerin, müşterilerin gün geçtikçe değişen ve gelişen taleplerini doğru zaman ve yerde, etkili bir biçimde karşılayabilme zorluğunu işletmeye en uygun tedarikçi seçimini yaparak gidermek mümkündür.

Öncelerinde bir ürünün işlenmesinde tüm aşamalar tek bir işletme tarafından gerçekleştirilirken, günümüzde işletmeler bu süreci üretimden lojistiğine, dağıtımından pazarlamasına pek çok alanda tedarikçi ile yürütmektedirler. İşletmelerin gerçekleştirmiş olduğu bu küçülme sayesinde kar oranları artmış, maliyetlerde de oldukça düşüş görülmüştür. Burada önemli olan kısım doğru tedarikçi seçiminin yapılmasıdır.

Tedarikçi seçiminde hedeflenen, işletmenin faaliyetlerini yürütebilmesi için gerekli olan hammadde, yarı mamul ya da hizmetin tedarikini en kısa sürede, yüksek kalitede, istenilen miktarda ve uygun fiyatta sunabilecek en uygun tedarikçinin seçilmesidir. Tedarikçilerin belirlenmesi ve seçilmesinden oluşan bu problem çok fazla sayıda kriterden oluşur ve birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu yapıyla çok kriterli karar problemi haline gelen tedarikçi seçiminde doğru kararlar alınması açısından karar sürecinde bilimsel yöntemlerden faydalanılmaktadır.

Hwang ve Yoon tarafından çok kriterli karar verme yöntemleri hakkında 1981 yılında bir araştırma yapılmıştır. Yapılan bu araştırma sonucu çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan "TOPSIS" yöntemi ilk kez Hwang ve Yoon tarafından kullanılmıştır. Bu yöntemin amacı, ideal çözüme en yakın olan tedarikçi alternatiflerinin değerlendirilip seçilmesi ve bu esnada maliyetlerin minimuma indirilmesidir.

Literatür incelemesi yapıldığında TOPSIS yönteminin birçok çalışmada kullanıldığı görülmektedir. Gündoğan ve Borat (2020), çelik yapılarda kullanılan endüstriyel boyaların tedariki için TOPSIS yöntemini kullanarak tedarikçi seçiminde bulunmuşlardır. Günay ve Ünal (2016), yaptıkları çalışmada TOPSIS yöntemini kullanarak telekomünikasyon sektöründe tedarikçi seçimi çalışması yapmışlardır. Öztürk ve Tekin (2021) ise AHP ve TOPSIS yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla gıda sektöründe tedarikçi seçim

problemini ele almışlardır. Çelik ve Şahin (2021), boya tedariki konusunda yaşanan tedarikçi seçim problemini ORESTE ve TOPSIS yöntemlerinin kullanılmasıyla çözümlenmişlerdir.

Çalışmanın birinci bölümünde, Tedarik Zinciri Yönetimi, ikinci bölümünde Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi, üçüncü bölümünde uygulamada kullanılan Bulanık TOPSIS Yöntemi, dördüncü bölümde literatür taraması, beşinci bölümde tedarikçi seçiminde yapılan uygulama anlatılmaktadır.

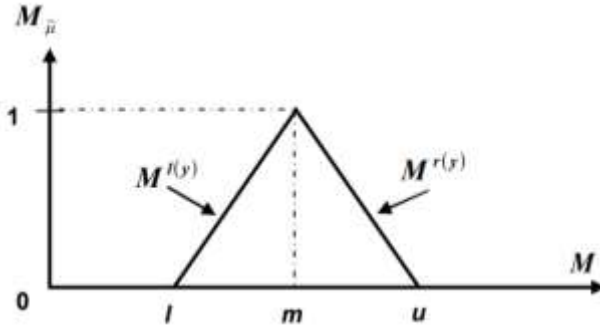
YÖNTEM

3.1.1. Bulanık Küme Teorisi ve Bulanık Sayılar

Bulanıklık ifadesini literatürde ilk kez Zadeh, 1965'te ortaya atmıştır. Değerlendirme yapmak isteyen kişinin kişisel düşünceleri ve belirsizlikler gibi sözel ifadeler dilin doğal yapısı sebebiyle bulanıktır. Kesin sınırları yoktur. Sübjektiftir. Bulanık Küme Teorisi, bu sözel ve dilsel ifadelerin Matematiksel olarak gösterilmesini sağlar. Belirsiz ve sözel bu ifadeleri 0-1 şeklindeki ikili sistem ile açıklamak ise yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden ikili değerli küme, üyelik derecesi adı verilen çok değerli kümelere dönüştürür ve üyelik fonksiyonu ile gösterilir. Böylelikle değerlendirmelerdeki bulanıklığı ortadan kaldırır. (Özdemir ve Seçme, 2009)

Bu çalışmada işlem kolaylığı sebebiyle üçgensel bulanık sayılar kullanılacaktır. Üyelik dereceleri 0-1 arasındadır. Üyelik derecesinin hesaplanma şekli Eşitlik (1)'de ve üçgen üyelik fonksiyonu Şekil 3.1'de gösterilmiştir:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ 0, & u < x \end{cases} \quad (1)$$



Şekil 1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu (Özdemir ve Seçme, 2009)

Kriterlerin ve alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan bulanık sayılar Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmektedir (Başkaya ve Öztürk, 2011).

Tablo 1. Kriter Değerlendirmede Dilsel İfadeler ve Üçgensel Bulanık Sayılar

| Dilsel İfade | Üçgensel Bulanık Sayı |
|--------------|-----------------------|
| Çok Düşük | (0, 0, 0.1) |
| Düşük | (0, 0.1, 0.3) |
| Orta Düşük | (0.1, 0.3, 0.5) |
| Orta | (0.3, 0.5, 0.7) |
| Orta Yüksek | (0.5, 0.7, 0.9) |
| Yüksek | (0.7, 0.9, 1) |
| Çok Yüksek | (0.9, 1, 1) |

Tablo 2. Alternatif Değerlendirmede Dilsel İfadeler ve Üçgensel Bulanık Sayılar

| Dilsel İfade | Üçgensel Bulanık Sayı |
|--------------|-----------------------|
| Çok Kötü | (0, 0, 1) |
| Kötü | (0, 1, 3) |
| Orta Kötü | (1, 3, 5) |
| Orta | (3, 5, 7) |
| Orta İyi | (5, 7, 9) |
| İyi | (7, 9, 10) |
| Çok İyi | (9, 10, 10) |

Bulanık ağırlık dereceleri Eşitlik (2)'de verilmiştir.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_{1n}] \quad (2)$$

Bulanık TOPSIS Yöntemi

Bulanık TOPSIS Yöntemini ilk kez Chen, 2000 yılında kullanmıştır. Bulanık TOPSIS Metodu, karmaşık yapıdaki çok kriterli karar verme problemlerinde sözel ifadeleri bulanık sayılar yardımıyla algoritmasına katarak modellemektedir. İstenilirse yamuk bulanık sayılar da kullanılabilir.

Bulanık TOPSIS Metodu Uygulama Adımları aşağıdaki gibidir (Tekez ve Bark, 2016)

1. Adım: Kriterler ve alternatifler belirtilir. Kriterler $B = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$ ve alternatifler $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ gibidir.

Alternatifler her kriter için teker teker dilsel ifadeler ile değerlendirilirler. Daha sonra önem ağırlıkları

belirtilir.

2. Adım: Bu sözel ifadeler Tablo 1 ve Tablo 2'deki gibi bulanık sayılarla gösterilir.

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{s} [\tilde{W}_j^1 (+) \tilde{W}_j^2 (+) \dots (+) \tilde{W}_j^s] \quad (3)$$

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{s} [\tilde{X}_{ij}^1 (+) \tilde{X}_{ij}^2 (+) \dots (+) \tilde{X}_{ij}^s] \quad (4)$$

3. Adım: Alternatifler ve kriterlerden bulanık karar matrisi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

m: alternatif sayısı

n: kriter sayısı

\tilde{x}_{ij} ve \tilde{w}_{ij} dilsel değişkenlerdir.

4. Adım: 3. adımda oluşturulan matris normalize edilir.

$$\tilde{R} = [r_{ij}]_{m \times n} \quad (6)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), j \in B; \quad (7)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}^*}, \frac{a_j^-}{b_{ij}^*}, \frac{a_j^- c_{ij}}{a_{ij}^*} \right), j \in C; \quad (8)$$

$$j \in B \text{ ise } c_{ij}^* = \max_i c_{ij} \quad (9)$$

$$j \in C \text{ ise } a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (10)$$

B: fayda kriteri

C: maliyet kriteri

5. Adım: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi Eşitlik (11) ve Eşitlik (12) ile elde edilir.

$$\tilde{V} = [v_{ij}]_{m \times n} \quad (11)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} (\times) \tilde{w}_j \quad (12)$$

6. Adım: Bulanık negatif (A^-) ve pozitif (A^*) ideal çözümler hesaplanır.

TOPSIS yaklaşımında, Bulanık Pozitif İdeal Çözüme (FPIS) en yakın ve Bulanık Negatif İdeal Çözüme (FNIS) en uzak alternatif optimal olarak seçilir. Bir FPIS, her alternatif için en iyi performans değerlerinden oluşurken, FNIS en kötü performans değerlerinden oluşur.

FPIS ve FNIS'i bulmak için her satırdan maksimum değeri v^+ ve her satırdan minimum değeri v^- olarak seçilecektir.

$$A^* = \tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+ \quad \tilde{v}_j^+ = \max\{v_{ij}\}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

$$A^- = \tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^- \quad \tilde{v}_j^- = \min\{v_{ij}\}, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

$$\tilde{v}_j^+ = (1, 1, 1) \quad \text{ve} \quad \tilde{v}_j^- = (0, 0, 0)$$

7. Adım: Alternatiflerin bulanık ideal pozitif ve negatif çözümlere olan uzaklıkları (d_i^* ve d_i^-) Eşitlik (15) ve Eşitlik (16) ile hesaplanır.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{V}_{ij} - \tilde{V}_j^+), i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{V}_{ij} - \tilde{V}_j^-), i = 1, 2, \dots, m \quad (16)$$

8. Adım: Yakınlık katsayıları Eşitlik (17) ile hesaplanır ve alternatifler yakınlık katsayısına göre büyükten küçüğe sıralanır.

$$cc_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (17)$$

Bu çalışma, savunma ve havacılık sanayinde faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçimini Bulanık TOPSIS Yöntemi ile yapmayı amaçlamaktadır.

Firma Kocaeli’de bulunan tesisinde zırlı araç aydınlatması, havacılık ürünleri, sınır anahtarlar, elektronik üniteler, güç kaynakları, askeri tip selenoid ve sensörler, röleler, kontaktörler imal etmekte; ürünlerinin yurt içi ve yurt dışına satışlarını gerçekleştirmektedir.

Söz konusu firma çeşitli tipte tedarikçilere ihtiyaç duymaktadır. Firmadaki tedarikçiler aşağıdaki biçimde sınıflandırılmış ve Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Tedarikçilerin sınıflandırılması

| Mal Tedarikçileri | Hizmet Yükleniciler | Fason İşçilik Firmaları | Makine/Teçhizat Tedarikçileri |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Hammadde/Yarı Mamul Tedarikçileri | Yemek Hizmeti Yüklenicileri | Boya/Kaplama Firmaları | CNC Tezgah Tedarikçileri |
| Sarf Malzeme (kırtasiye, temizlik, mutfak malzemeleri vb.) Tedarikçileri | Reklam, Tanıtım Hizmeti Yüklenicileri | PCB Dizgi Firmaları | Kesici Takım Tedarikçileri |
| Donanım ve Yazılım Tedarikçileri | OSGB | Kaynak İşleri Firmaları | El Aletleri Tedarikçileri |
| İş Güvenliği Malzemesi Tedarikçileri | Güvenlik Sistemi (Kamera, alarm, elektronik giriş vb.) Yüklenicileri | | |
| Ofis Ürünleri (Mobilya, paravan vb.) Tedarikçileri | Servis Hizmeti (Bakım, onarım vb.) Yüklenicileri | | |
| | Eğitim Hizmeti Yüklenicileri | | |

Bu çalışmada Ted.A, Ted.B, Ted.C, Ted.D, Ted.E olmak üzere beş yarı mamul tedarikçisinden en uygun olanının seçimi problemi ele alınacaktır. Uygulama adımları aşağıdaki gibi uygulanmıştır. Adımların uygulanması ve hesaplanması aşamasında Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Söz konusu firmanın tedarikçi değerlendirmesinde dikkate aldığı kriterler aşağıdaki gibidir.

1. Zamanında teslimat (K1)
2. Ürün/hizmet kalitesi (Kabul/Ret Oranı, Kullanım Ömrü, Hizmet Memnuniyeti vb.) (K2)
3. Fiyat politikası (Makul fiyat, pazarlık olanağı ve esnek ödeme koşullarına göre değerlendirme yapılır.) (K3)
4. Sipariş verilen miktara uyum (K4)
5. Satış sonrası hizmet potansiyeli (K5)
6. Personel yetkinliği ve altyapısı (Tedarikçi Değerlendirme Formu ile elde edilen bilgiler ve varsa firma sunumu dikkate alınır.) (K6)
7. İletişim kolaylığı (K7)

Tedarikçi değerlendirmesinde dikkate alınan kriterler firmanın Kalite Güvence Müdürü, Üretim Planlama Müdürü, Satın Alma Sorumlusu ile görüşülerek belirlenmiştir.

BULGULAR

Karar vericilerin sözel değişkenleri kullanarak yaptığı değerlendirmeler Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Karar vericilerin kriter değerlendirmesi

| Kriterler | KV1 | KV2 | KV3 |
|-----------|-----|-----|-----|
| K1 | Çİ | İ | Çİ |
| K2 | İ | Çİ | İ |
| K3 | O | O | İ |
| K4 | Çİ | İ | İ |
| K5 | Çİ | Çİ | Çİ |
| K6 | Çİ | OK | İ |
| K7 | Çİ | İ | Çİ |

Dilsel değerlendirmelerin üçgen bulanık sayı karşılıkları ile Tablo 5’te gösterilmiştir.

Tablo 5. Değerlendirmelerin bulanık sayılar ile gösterimi

| | KV1 | KV2 | KV3 |
|----|-----------------|-----------------|---------------|
| K1 | (0.9, 1, 1) | (0.7, 0.9, 1) | (0.9, 1, 1) |
| K2 | (0.7, 0.9, 1) | (0.9, 1, 1) | (0.7, 0.9, 1) |
| K3 | (0.3, 0.5, 0.7) | (0.3, 0.5, 0.7) | (0.7, 0.9, 1) |
| K4 | (0.9, 1, 1) | (0.7, 0.9, 1) | (0.7, 0.9, 1) |
| K5 | (0.9, 1, 1) | (0.9, 1, 1) | (0.9, 1, 1) |
| K6 | (0.9, 1, 1) | (0.1, 0.3, 0.5) | (0.7, 0.9, 1) |
| K7 | (0.9, 1, 1) | (0.7, 0.9, 1) | (0.9, 1, 1) |

Kriter ağırlıkları Eşitlik (3) ile hesaplanmış ve Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Kriter ağırlıkları

| Kriterler | Birleştirilmiş Bulanık Ağırlıklar | | |
|-----------|-----------------------------------|------|------|
| | K1 | 0,83 | 0,97 |
| K2 | 0,77 | 0,93 | 1,00 |
| K3 | 0,43 | 0,63 | 0,80 |
| K4 | 0,77 | 0,93 | 1,00 |
| K5 | 0,90 | 1,00 | 1,00 |
| K6 | 0,43 | 0,73 | 0,83 |
| K7 | 0,83 | 0,97 | 1,00 |

Karar vericilerin belirtilen kriterlere göre alternatifleri dilsel değerlendirmesi ve bulanık sayı karşılıkları Tablo 7.de gösterilmiştir.

Tablo 7. Alternatiflerin dilsel değerlendirilmesi ve bulanık sayı karşılıkları

| KRİTERLER | ALTERNATİFLER | KV1 | KV2 | KV3 | KV1 | KV2 | KV3 |
|-----------|---------------|-----|-----|-----|-------------|-------------|-------------|
| K1 | Ted.A | Çİ | İ | Çİ | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) | (9, 10, 10) |
| | Ted.B | O | İ | ÇK | (3, 5, 7) | (7, 9, 10) | (0, 0, 1) |
| | Ted.C | K | Çİ | Oİ | (0, 1, 3) | (9, 10, 10) | (5, 7, 9) |
| | Ted.D | Oİ | O | K | (5, 7, 9) | (3, 5, 7) | (0, 1, 3) |
| | Ted.E | İ | Çİ | Oİ | (7, 9, 10) | (9, 10, 10) | (5, 7, 9) |
| K2 | Ted.A | Çİ | Oİ | İ | (9, 10, 10) | (5, 7, 9) | (7, 9, 10) |
| | Ted.B | İ | İ | İ | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.C | Çİ | Çİ | İ | (9, 10, 10) | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.D | İ | K | İ | (7, 9, 10) | (0, 1, 3) | (7, 9, 10) |
| | Ted.E | İ | İ | İ | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) |
| K3 | Ted.A | Çİ | Çİ | Çİ | (9, 10, 10) | (9, 10, 10) | (9, 10, 10) |
| | Ted.B | İ | O | İ | (7, 9, 10) | (3, 5, 7) | (7, 9, 10) |
| | Ted.C | İ | O | İ | (7, 9, 10) | (3, 5, 7) | (7, 9, 10) |
| | Ted.D | İ | İ | O | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) | (3, 5, 7) |
| | Ted.E | İ | İ | O | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) | (3, 5, 7) |
| K4 | Ted.A | Çİ | OK | İ | (9, 10, 10) | (1, 3, 5) | (7, 9, 10) |
| | Ted.B | Çİ | İ | İ | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.C | Çİ | Çİ | İ | (9, 10, 10) | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.D | O | K | K | (3, 5, 7) | (0, 1, 3) | (0, 1, 3) |
| | Ted.E | Çİ | Çİ | İ | (9, 10, 10) | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) |
| K5 | Ted.A | Çİ | Çİ | İ | (9, 10, 10) | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.B | Çİ | İ | İ | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.C | İ | OK | İ | (7, 9, 10) | (1, 3, 5) | (7, 9, 10) |

| | | | | | | | |
|----|--------------|----|----|----|-------------|-------------|------------|
| | Ted.D | İ | K | İ | (7, 9, 10) | (0, 1, 3) | (7, 9, 10) |
| | Ted.E | O | İ | O | (3, 5, 7) | (7, 9, 10) | (3, 5, 7) |
| K6 | Ted.A | İ | Oİ | İ | (7, 9, 10) | (5, 7, 9) | (7, 9, 10) |
| | Ted.B | İ | İ | İ | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.C | Çİ | Çİ | İ | (9, 10, 10) | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.D | O | K | Oİ | (3, 5, 7) | (0, 1, 3) | (5, 7, 9) |
| | Ted.E | İ | İ | İ | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) |
| K7 | Ted.A | Çİ | Çİ | İ | (9, 10, 10) | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.B | Çİ | İ | İ | (9, 10, 10) | (7, 9, 10) | (7, 9, 10) |
| | Ted.C | Oİ | OK | İ | (5, 7, 9) | (1, 3, 5) | (7, 9, 10) |
| | Ted.D | Oİ | İ | Oİ | (5, 7, 9) | (7, 9, 10) | (5, 7, 9) |
| | Ted.E | O | OK | O | (3, 5, 7) | (1, 3, 5) | (3, 5, 7) |

Tablo 7’de verilen bulanık sayılar Eşitlik (4) ile hesaplanarak bulanık karar matrisi elde edilmiş ve Tablo 8 ile gösterilmiştir.

Tablo 8. Bulanık Karar Matrisi

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 |
|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> |
| Ted.A | 8,33, 9,67 10 | 7 8,67 9,67 | 9 10 10 | 5,67 7,67 8,33 | 8,33 9,67 10 | 6,33 8,33 9,67 | 8,33 9,67 10 |
| Ted.B | 3,33 4,67 6 | 7 9 10 | 5,67 7,67 9 | 7,67 9,33 10 | 7,67 9,33 10 | 7 9 10 | 7,67 9,33 10 |
| Ted.C | 4,67 6 7,33 | 8,33 9,67 10 | 5,67 7,67 9 | 8,33 9,67 10 | 5 7 8,33 | 8,33 9,67 10 | 4,33 6,33 8 |
| Ted.D | 2,67 4,33 6,33 | 4,67 6,33 7,67 | 5,67 7,67 9 | 1 2,33 4,33 | 4,67 6,33 7,67 | 2,67 4,33 6,33 | 5,67 7,67 9,33 |
| Ted.E | 7 8,67 9,67 | 7 9 10 | 5,67 7,67 9 | 8,33 9,67 10 | 4,33 6,33 8 | 7 9 10 | 2,33 4,33 6,33 |

Bulanık karar matrisi Eşitlik (7) kullanılarak normalize edilmiş ve normalize bulanık karar matrisi Tablo 9 ile gösterilmiştir.

Tablo 9. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> | <i>l m u</i> |
| Ted.A | 0,83 0,97 1,00 | 0,70 0,87 0,97 | 0,90 1,00 1,00 | 0,57 0,77 0,83 | 0,83 0,97 1,00 | 0,63 0,83 0,97 | 1 1 1 |
| Ted.B | 0,33 0,47 0,60 | 0,70 0,90 1,00 | 0,57 0,77 0,90 | 0,77 0,93 1,00 | 0,77 0,93 1,00 | 0,70 0,90 1,00 | 0,92 0,96 1,00 |
| Ted.C | 0,47 0,60 0,73 | 0,83 0,97 1,00 | 0,57 0,77 0,90 | 0,83 0,97 1,00 | 0,50 0,70 0,83 | 0,83 0,97 1,00 | 0,52 0,65 0,80 |
| Ted.D | 0,27 0,43 0,63 | 0,47 0,63 0,77 | 0,57 0,77 0,90 | 0,10 0,23 0,43 | 0,47 0,63 0,77 | 0,27 0,43 0,63 | 0,68 0,79 0,93 |
| Ted.E | 0,70 0,87 0,97 | 0,70 0,90 1,00 | 0,57 0,77 0,90 | 0,83 0,97 1,00 | 0,43 0,63 0,80 | 0,70 0,90 1,00 | 0,28 0,45 0,63 |

Tablo 9 ile gösterilen normalize bulanık karar matrisi, Tablo 6’da verilen ağırlıklar ile çarpılmış ve Tablo 10’da ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 10. Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi

| | K1 | | | K2 | | | K3 | | | K4 | | | K5 | | | K6 | | | K7 | | |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>u</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>u</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>u</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>u</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>u</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>u</i> | <i>l</i> | <i>m</i> | <i>u</i> |
| Ted.A | 0,69 | 0,94 | 1 | 0,54 | 0,81 | 0,97 | 0,39 | 0,63 | 0,8 | 0,44 | 0,72 | 0,83 | 0,75 | 0,97 | 1 | 0,27 | 0,61 | 0,81 | 0,69 | 0,94 | 1 |
| Ted.B | 0,28 | 0,45 | 0,6 | 0,54 | 0,84 | 1 | 0,25 | 0,49 | 0,72 | 0,59 | 0,87 | 1 | 0,69 | 0,93 | 1 | 0,3 | 0,66 | 0,83 | 0,64 | 0,9 | 1 |
| Ted.C | 0,39 | 0,58 | 0,73 | 0,64 | 0,91 | 1 | 0,25 | 0,49 | 0,72 | 0,64 | 0,91 | 1 | 0,45 | 0,7 | 0,83 | 0,36 | 0,71 | 0,83 | 0,36 | 0,61 | 0,8 |
| Ted.D | 0,23 | 0,42 | 0,63 | 0,36 | 0,59 | 0,77 | 0,25 | 0,49 | 0,72 | 0,08 | 0,21 | 0,43 | 0,42 | 0,63 | 0,77 | 0,12 | 0,32 | 0,53 | 0,48 | 0,74 | 0,93 |

Eşitlik (14) yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 11 ile gösterilmiştir.

Tablo 11. Bulanık pozitif ve negatif ideal çözüm

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| A⁺ | 1,00 | 1,00 | 0,80 | 1,00 | 1,00 | 0,83 | 1,00 |
| A⁻ | 0,23 | 0,36 | 0,25 | 0,08 | 0,39 | 0,12 | 0,19 |

Bu durumda;

$$A^* = [(1,1,1), (1,1,1), (0,8,0,8,0,8), (1,1,1), (1,1,1), (0,83,0,83,0,83), (1,1,1)]$$

$$A^- = [(0,23,0,23,0,23), (0,36,0,36,0,36), (0,25,0,25,0,25), (0,08,0,08,0,08), (0,39,0,39,0,39), (0,12,0,12,0,12), (0,19,0,19,0,19)] \text{ dir.}$$

Pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklıklar Eşitlik (15) ve Eşitlik (16) hesaplanmış ve Tablo 12 ve Tablo 13 ile gösterilmiştir.

Tablo 12. Pozitif ideal çözümden uzaklıklar

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | d_i^+ |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Ted.A | 0,189 | 0,328 | 0,225 | 0,462 | 0,149 | 0,395 | 0,189 | 1,94 |
| Ted.B | 0,796 | 0,312 | 0,402 | 0,271 | 0,191 | 0,352 | 0,230 | 2,55 |
| Ted.C | 0,610 | 0,230 | 0,402 | 0,230 | 0,469 | 0,299 | 0,575 | 2,82 |
| Ted.D | 0,824 | 0,599 | 0,402 | 1,107 | 0,548 | 0,731 | 0,403 | 4,61 |
| Ted.E | 0,290 | 0,312 | 0,402 | 0,230 | 0,550 | 0,352 | 0,834 | 2,97 |

Tablo 13. Negatif ideal çözümden uzaklıklar

| | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K6 | K7 | d_i^- |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Ted.A | 1,087 | 0,766 | 0,688 | 1,011 | 0,871 | 0,853 | 1,137 | 6,41 |
| Ted.B | 0,441 | 0,806 | 0,531 | 1,252 | 0,838 | 0,905 | 1,105 | 5,88 |
| Ted.C | 0,625 | 0,855 | 0,531 | 1,282 | 0,544 | 0,941 | 0,744 | 5,52 |
| Ted.D | 0,448 | 0,469 | 0,531 | 0,379 | 0,454 | 0,454 | 0,937 | 3,67 |
| Ted.E | 0,989 | 0,806 | 0,531 | 1,282 | 0,479 | 0,905 | 0,492 | 5,48 |

Yakınlık katsayısı Eşitlik (17) ile hesaplanmıştır. Tedarikçiler yakınlık katsayısına göre sıralanmış ve Tablo 14 ile gösterilmiştir.

Tablo 14. Yakınlık katsayısı ve alternatiflerin sıralaması

| | d_i^+ | d_i^- | CC_i | Sıralama |
|--------------|---------|---------|--------|----------|
| Ted.A | 1,94 | 6,41 | 0,77 | 1 |
| Ted.B | 2,55 | 5,88 | 0,70 | 2 |
| Ted.C | 2,82 | 5,52 | 0,66 | 4 |
| Ted.D | 4,61 | 3,67 | 0,44 | 5 |
| Ted.E | 2,97 | 5,48 | 0,65 | 3 |

Görüldüğü gibi en iyi tedarikçi olarak Tedarikçi A belirlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Firmalar ihtiyaç duydukları hammadde, mal, hizmet, yazılım, makine, eğitim vs. tedarikini sağlamak için çeşitli tedarikçilerle çalışmaktadır.

Bu uygulamada Kocaeli’de Savunma ve Havacılık Sanayinde hizmet veren bir firmanın mal tedarikçisi seçimine yönelik 5 tedarikçi ve 7 kriterden oluşan problemi ele alınmıştır. Çalışmada bahsi geçen problemin karar yöntemi kriterlerinin ve alternatiflerin değerlendirilmesi firmada farklı departmanlarda çalışan karar verici bir grubun değerlendirmeleri alınarak uygulanmıştır. Kriter, karar verici ve alternatifin çok olduğu durumlarda firmalar tedarikçi seçerken belirsizlik yaşamaktadır. Belirsizlik durumunu gidermek için karar vericilerden sayısal değil sözel değerlendirme yapmalarını gerektirmesi ve böylelikle daha güvenilir sonuçlar vermesi, karar verici gruplarda uygulanabilirliği Bulanık TOPSIS Yönteminin çalışmada bahsedilmiş olan tedarikçi seçimi gibi problemlerde kullanılmasını elverişli hale getirmektedir.

Uygulamada ilk olarak karar vericilerden kriterleri ve alternatifleri dilsel değişkenler ile değerlendirmeleri istenmiş, böylelikle ağırlıklar elde edilmiştir. Yöntemin diğer adımları da uygulanarak alternatifler arasında bir sıralama elde edilmiştir. Uygulama sonucunda A Tedarikçisinin en uygun alternatif olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Başkaya, Z., & Öztürk, B. (2011). Bulanık TOPSIS algoritması ile yamuk bulanık sayıların satış elemanı seçiminde kullanılması. *Business and Economics Research Journal*, 2(2), 77-100.

Çelik, C., & Şahin, Y. (2021). Ahp Temelli Oreste Ve Topsis Yöntemleri İle İşletmeler İçin Bayilik Seçimi Ve Bir Uygulaması. *Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 3(1), 50-66.

Chen, C.-T., (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment *Fuzzy Sets and Systems*, 114 (1), 1-9,

Günay, Z., & Ünal, Ö. F. (2016). AHP-TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi (Bir telekomünikasyon şirketi örneği). *PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 37-53.

Gündoğan, K., & Borat, O. Çelik Yapıda Kullanılan Endüstriyel Boya İçin AHP Ve TOPSIS Yöntemleri Uygulanarak Yapılan Tedarikçi Seçimi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 20(40), 162-177.

Hwang, C.L. & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York.

<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>

Özdemir, A. İ., & Seçme, N. Y. (2009). İki aşamalı stratejik tedarikçi seçiminin bulanik topsis yöntemi ile analizi. Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 79-112.

Öztürk, D., & Tekin, M. (2021). Hammadde Tedarikçi Seçiminde AHP-TOPSIS Yöntemlerinin Kullanılması ve Gıda Sektöründe Bir Uygulama. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25(2), 411-432

Tekez, E. & Bark, N. (2016). Mobilya sektöründe TOPSIS yöntemi ile seçim seçimi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20 (1), 55-63.

Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. Inform. and Control, 8, 338–353

KL AUR ÖRTEN ÇİFT YILDIZ SİSTEMİNİN İLK FOTOMETRİK ÇALIŞMASI
FIRST PHOTOMETRIC STUDY OF ECLIPSING BINARY STAR SYSTEM KL AUR

Dr. Oğuz ÖZTÜRK

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Physics, Çanakkale, Turkey.

Çanakkale Onsekiz Mart University, Astrophysics Research Centre and Observatory, Çanakkale, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-9135-9865

ÖZET

KL Aur örten çift yıldız sisteminin All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) gözlemleri kullanılarak, ışık eğrisinin çözümü ilk defa bu çalışmada sunulmuştur. Çözüm sonucunda bu örten çift yıldız sisteminin yarı-ayrık bir örten çift yıldız sistemi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Işık eğrisi analizi sonucunda, birinci ve ikinci bileşenlerin kütle ve yarıçap değerleri, sırasıyla, $M_1 = 1.22 \pm 0.12 M_{\odot}$, $R_1 = 1.46 \pm 0.12 R_{\odot}$ ve $M_2 = 0.29 \pm 0.10 M_{\odot}$, $R_2 = 2.99 \pm 0.48 R_{\odot}$ olarak tahmin edilmiştir. O-C yöntemi kullanılarak, sistemin yörünge dönem değişim analizi de ilk defa bu çalışmada sunulmuştur. Dönem analizi sonucunda sistemin yörünge döneminin sürekli olarak 0.220 ± 0.025 s/yıl hızı ile arttığı tespit edilmiştir. Yörünge dönemindeki bu artış, ikinci bileşenden birinci bileşene korunumlu olmayan kütle aktarımı mekanizması ile açıklanmıştır. Ayrıca sistemin O-C diyagramında, dönemi 8.9 ± 1.2 yıl olan çevrimsel bir değişim görülmüştür. Bu çevrimsel değişimin, sisteme fiziksel olarak bağlı üçüncü bir cisim kaynaklı olduğu kabul edildiğinde üçüncü cismin kütle fonksiyonu $f(M_3) = 0.00563 \pm 0.00033 M_{\odot}$ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Yıldızlar, örten çift yıldızlar, KL Aur.

ABSTRACT

Using the All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) observations of the KL Aur eclipsing binary star system, light curve solution of the system is presented for the first time in this study. As a result of the solution, it was concluded that this eclipsing binary star system is a semi-detached eclipsing binary system. As a result of the light curve analysis, the masses and radii values of the primary and secondary components were estimated as $M_1 = 1.22 \pm 0.12 M_{\odot}$, $R_1 = 1.46 \pm 0.12 R_{\odot}$ ve $M_2 = 0.29 \pm 0.10 M_{\odot}$, $R_2 = 2.99 \pm 0.48 R_{\odot}$, respectively. The orbital period change analysis of the system is also presented for the first time in this study, using the O-C method. As a result of the period analysis, it was concluded that the orbital period of the system increased continuously with a rate of 0.220 ± 0.025 s/year. This increase in the orbital period is explained by the non-conservative mass transfer mechanism from the secondary component to the primary component. In addition, a cyclical change with a period of 8.9 ± 1.2 years was observed in the O-C diagram of the system. Assuming that this cyclical change is caused by a third body, which is physically bound to the system, the mass function of the third body is calculated as $f(M_3) = 0.00563 \pm 0.00033 M_{\odot}$.

Keywords: Stars, eclipsing binary stars, KL Aur.

INTRODUCTION

KL Aur (GSC 03386-00676, Gaia DR2 972104313455572992, $V = 13.13$ mag (APASS DR9, Henden et al. 2015)) eclipsing binary star system was classified as an Algol type (EA) eclipsing binary star system by Samus' et al. (2017). Photometric observations of KL Aur has been made by many observations projects mentioned in the next section of this paper. However, a detailed photometric study on the system has not been presented in the literature so far. Therefore, detailed photometric study of KL Aur is presented for the first time in this study.

OBSERVATIONS

Table 1. Brief information about photometric observations of KL Aur.

| Survey | Filter | Start-end date of Observations (day/month/year) | Number of observations |
|---------|------------------------|----------------------------------------------------|------------------------|
| APASS | B, V, r, g, i, z | 08/01/2012-09/02/2015 | 225 |
| ASAS-SN | V | 04/11/2013-28/11/2018 | 460 |
| KWS | V, Ic | 26/10/2012-19/02/2021 | 775 |
| NSVS | Unfiltered | 06/04/1999-30/03/2000 | 712 |
| WASP | Broad band (400-700nm) | 07/04/2006-17/03/2008 | 1591 |
| ZTF | g, r | 27/03/2018-25/04/2021 | 966 |

Observation projects in which KL Aur was observed are listed in Table 1. These observation projects are as follows: AAVSO Photometric All-Sky Survey (APASS) (Levine et al., 2019), All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) (Shappee et al., 2014; Kochanek et al., 2017), Kamogata/Kiso/Kyoto wide-field survey (KWS) (<http://kws.cetus-net.org/~maehara/Vsdata.py>), Northern Sky Variability Survey (NSVS) (Woźniak et al., 2004), Wide Angle Search for Planets (WASP) (Butters et al., 2010) and The Zwicky Transient Facility (ZTF) (Bellm et al. 2019).

In this study, ASAS-SN light curve of KL Aur is solved for the first time.

LIGHT CURVE ANALYSIS

The light curve solution of KL Aur was made using the Wilson-Devinney software (W-D) (Wilson & Devinney 1971, Wilson 2012). Before starting the light curve solution, the ASAS-SN observations of the system were phased using the updated light element obtained in the next section. The effective wavelength of the filter was assumed to be 550 nm since the ASAS-SN observations were made in V filter. In the light curve solution, effective temperature of the primary star is taken from Gaia DR2 (Andrae et al., 2018) to be 6316 ± 324 K. The bolometric gravity-darkening exponents (g_1 and g_2) of the components for a convective atmosphere ($T < 7200$ K) were taken to be 0.32 (von Zeipel, 1924; Lucy, 1967). The bolometric albedos (A_1 and A_2) of the components were fixed to 0.5 for a convective atmosphere (Ruciński, 1969). When the analysis was started, the third-body light contribution parameter (l_3) was adjusted as free parameter, but no obvious third-body light contribution was detected. Therefore, the third-body light contribution is neglected in the solution ($l_3 = 0$). Finally, it is assumed that while the component stars revolve around each other in a circular orbit ($e = 0$), they also rotate around themselves synchronously ($F_1 = F_2 = 0$).

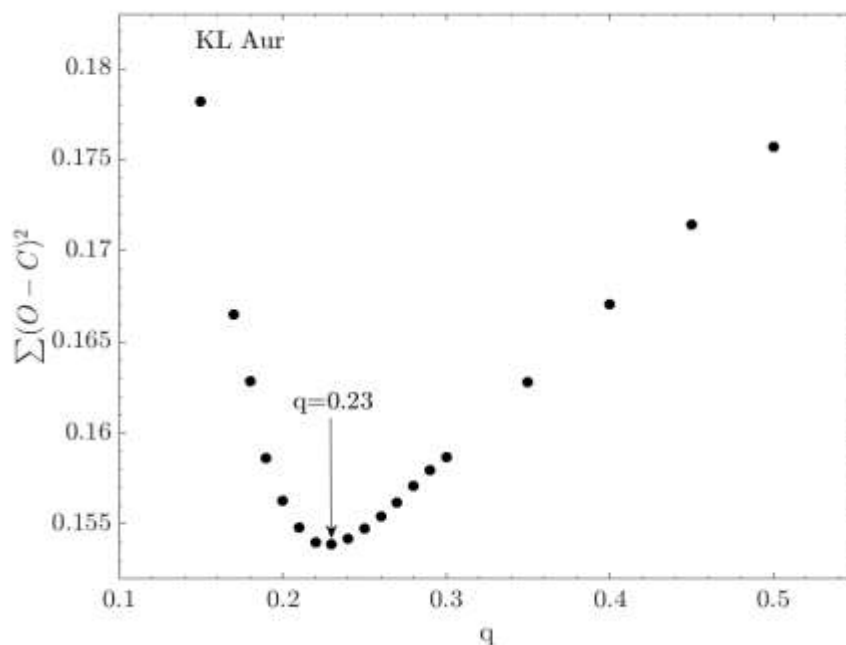


Figure 1. Sum of squared residuals ($\sum(O - C)^2$) versus related mass ratio (q) values of KL Aur.

The solution was made in the semi-detached configuration (mode 5), where phase shift (ϕ), orbital inclination (i), effective temperature of the secondary component (T_2), dimensionless surface gravity of the primary component (Ω_1), mass ratio (q) and luminosity of the primary component (L_1) were chosen as the free parameters. Initial value of the mass ratio parameter is found to be 0.23 from the q - search method since the minimum value of $\sum(O - C)^2$ was achieved at $q = 0.23$ (see Figure 1).

While the parameters obtained from the light curve analysis are given in Table 2, the model light curve is shown in Figure 2. The Roche geometry of the system, obtained with Binary Maker (Bradstreet and Steelman, 2002), is also shown in Figure 3.

Table 2. Parameters obtained from light curve analysis of KL Aur.

| Parameter | Value |
|-----------------|---------------------|
| T_0 (HJD)* | 2455961.5312±0.0022 |
| P (days) * | 3.199035±0.000002 |
| ϕ | -0.0016 ± 0.0002 |
| i (deg.) | 83.1 ± 1.3 |
| T_1 (K) | 6316 |
| T_2 (K) | 3599 ± 123 |
| $q(= M_2/M_1)$ | 0.236 ± 0.061 |
| Ω_1 | 7.428 ± 0.035 |
| Ω_2 | 2.321 |
| r_1 (vol.) | 0.139 ± 0.001 |
| r_2 (vol.) | 0.285 ± 0.002 |
| L_1 | 10.910 ± 0.041 |
| L_2 | 1.546 |
| $\sum(O - C)^2$ | 0.1541 |

*Values obtained from the orbital period analysis of the KL Aur (see Orbital Period Analysis Section)

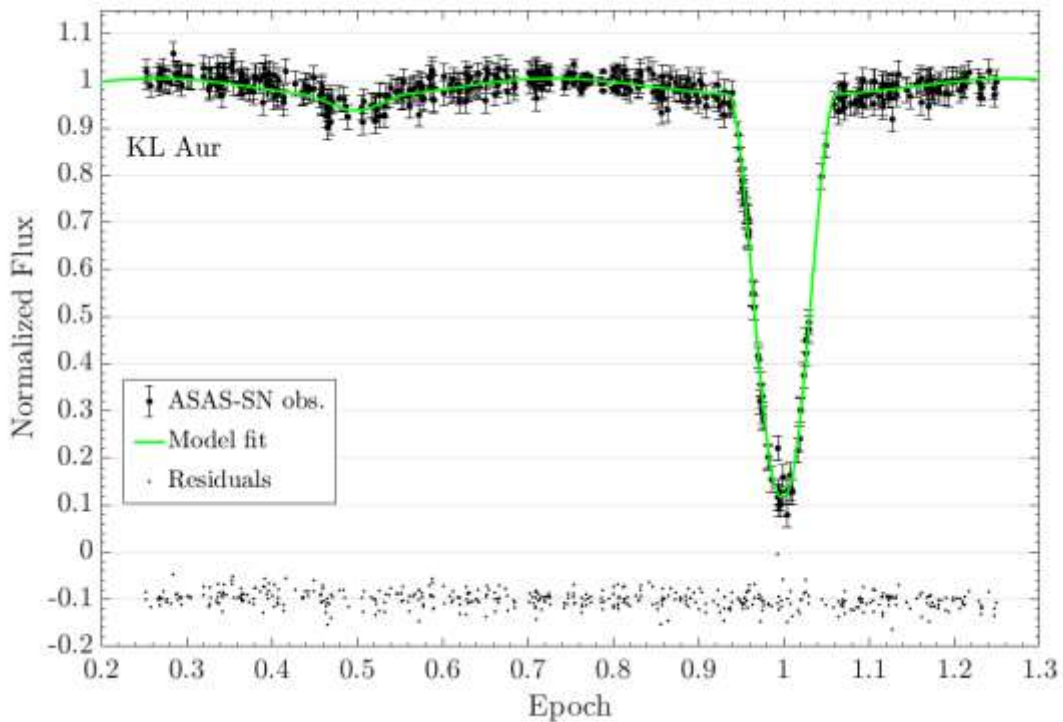


Figure 2. ASAS-SN light curve of KL Aur together with best theoretical fit obtained from light curve analysis. Black dots at bottom of diagram correspond to residuals obtained from the model fit.

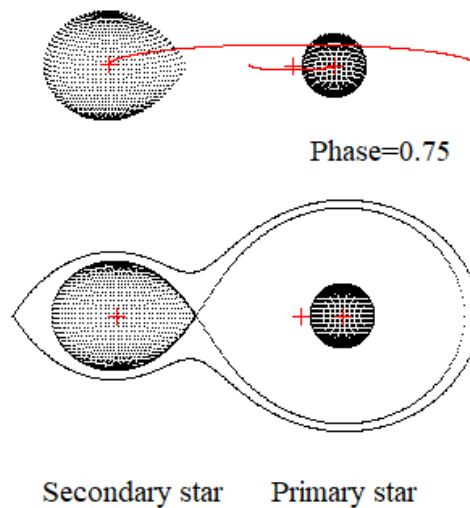


Figure 3. Roche geometry of KL Aur.

From the obtained light curve parameters given in Table 2, we concluded that the secondary component completely filled its Roche lobe while the primary component filled only 32% of its Roche lobe. Therefore,

the system can be classified as a semi-detached binary star system.

ORBITAL PERIOD ANALYSIS

The minima times used in the O-C analysis are listed in Table 3 with their references.

Table 3. Minima times and references used in orbital period analysis of the KL Aur.

| Time of minima (HJD) | Uncertainty | Minima Type | Reference | Remarks |
|----------------------|-------------|-------------|------------------------|---------|
| 2451524.48725 | 0.00210 | Min I (CCD) | This study (NSVS) | (a) |
| 2454413.19837 | 0.00061 | Min I (CCD) | This study (WASP) | (a) |
| 2454419.59616 | 0.00118 | Min I (CCD) | This study (WASP) | (b) |
| 2455961.53370 | 0.00780 | Min I (Pe) | Hübscher et al. (2013) | - |
| 2457020.41079 | 0.00099 | Min I (CCD) | This study (ASAS) | (a) |
| 2457378.70058 | 0.00083 | Min I (CCD) | This study (ASAS) | (a) |
| 2457740.19453 | 0.00067 | Min I (CCD) | This study (ASAS) | (a) |
| 2458063.29396 | 0.00176 | Min I (CCD) | This study (ASAS) | (a) |
| 2458405.59810 | 0.00140 | Min I (Pe) | Page1 (2020) | - |
| 2458443.98661 | 0.00342 | Min I (CCD) | This study (ZTF) | (a) |
| 2458811.88118 | 0.00286 | Min I (CCD) | This study (ZTF) | (a) |
| 2459202.17093 | 0.00376 | Min I (CCD) | This study (ZTF) | (a) |

(a) These times of minima were derived using Zasche et al. (2014)'s method. (b) These times of minima were obtained from photometric observations directly.

The minima times were calculated using either Kwee-van Woerden method (Kwee & van Woerden 1956) or the Zasche et al. (2014)'s automatic fitting procedure, as mentioned in the last column of Table 3. In the O-C analysis of the system, MATLAB code given by Zasche et al. (2009) was used. The light element used in the analysis is given below.

$$C_{1,KL\ Aur} = \text{HJD } 2455961.5337 + 3^{\text{d}}.195 \times E \quad (1)$$

where $T_0 = 2455961.5337$ HJD and $P = 3.195$ days are the conjunction time taken from Hübscher et al. (2013) (see Table 3) and the orbital period taken from Kreiner (2004), respectively. The O-C diagram of KL Aur is given in Figure 4.

The quadratic light element obtained from the period analysis of the system was found as follows.

$$C_{2,KL\ Aur} = \text{HJD } 2455961.5312(22) + 3^{\text{d}}.199035(2) \times E + 111^{\text{d}}.7(3.9) \times 10^{-10} \times E^2 \quad (2)$$

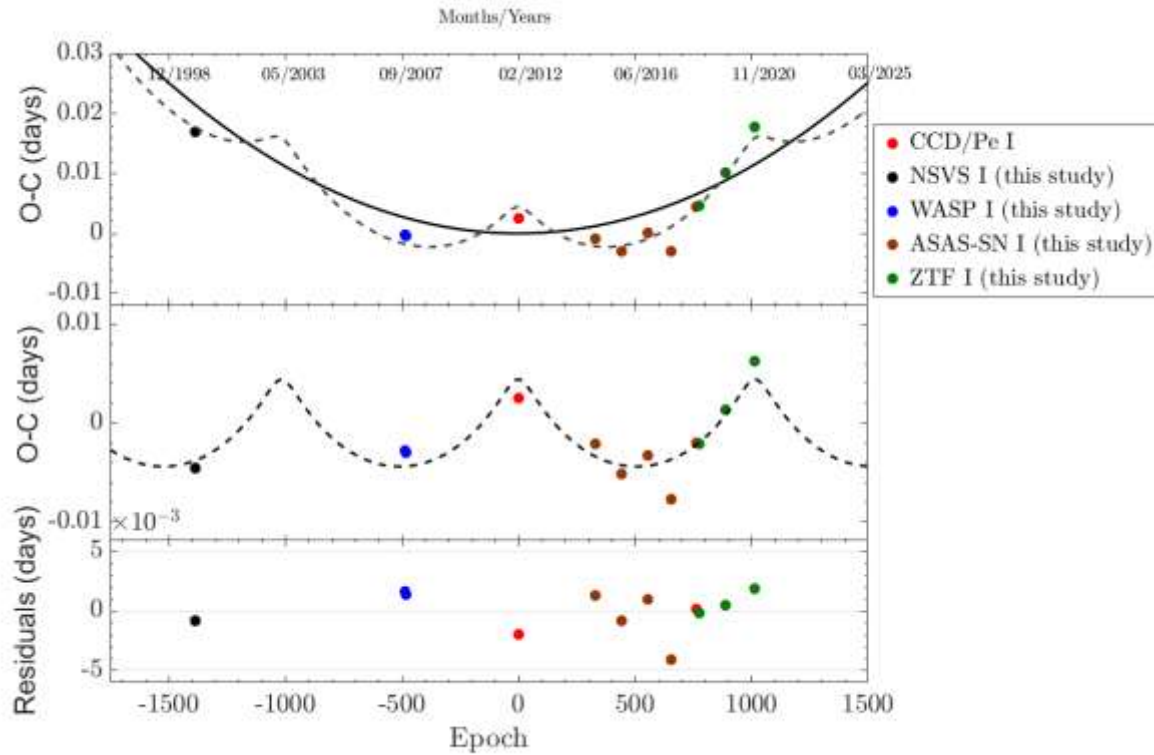


Figure 4. O-C diagram of KL Aur. Best parabolic fit to O-C dataset shown with solid black line. Dashed line in upper panel represents the LTTE model fit superimposed on parabolic trend. Dashed line in middle panel is only representation of O-C data after removing best parabolic fit. Lower panel illustrates residuals from fit including both quadratic and LITE terms.

According to the quadratic term $(111.7(3.9) \times 10^{-10}$ days) given in Eq. (2), the orbital period of KL Aur increases secularly with a rate of 0.220 ± 0.025 s/year. Physical interpretation of the orbital period increase is discussed in detail in the next section.

In the middle panel of Figure 4, a cyclical change in the O-C diagram is seen. Possible cause of cyclic O-C variation may be the light travel time effect (LTTE) due to a third body which is physically bound to the system. In order to examine this situation, the following LTTE equation given by Irwin (1959) was fitted to the O-C diagram of the system.

$$\Delta t = \frac{a_{12} \sin i_{12}}{c} \left\{ \frac{1 - e_{12}^2}{1 + e_{12} \cos v_{12}} \sin(v_{12} + \omega_{12}) + e_{12} \cos \omega_{12} \right\} \quad (3)$$

where Δt is the time advance/delay due to LTTE, c is the speed of light, and a_{12} , i_{12} , e_{12} and ω_{12} are the semi-major axis, inclination, eccentricity and longitude of the periastron of the absolute orbit of the center of mass of the eclipsing binary around the three-body system, respectively. v_{12} is the true anomaly of the position of the eclipsing binary's mass center on this orbit and includes T_{12} and P_{12} , (the

unseen/hidden parameters of Eq. (3), where T_{12} is the epoch of the passage at the periastron of the eclipsing binary's mass center along its orbit, and P_{12} is its orbital period). The parameters obtained from O-C analysis of KL Aur is presented in Table 4. The term A' given in Table 4 gives the amplitude of the cyclical change, the term $f(M_3)$ gives the mass function of the third body, and the term M_3 gives the mass of the possible third body. More discussion about the LTTE model is presented in the next section.

Table 4. Parameters derived from O-C analysis of KL Aur.

| Parameters | Value |
|--------------------------------------------|---------------------|
| T_0 (HJD) | 2455961.5312±0.0022 |
| P (days) | 3.199035±0.000002 |
| Q (10^{-10} days) | 111.71±3.93 |
| A' (days) | 0.0044±0.0010 |
| $a_{12} \sin i_{12}$ (AU) | 0.76±0.17 |
| e_{12} | 0.62±0.10 |
| ω_{12} (deg) | 90±11 |
| P_{12} (years) | 8.9±1.2 |
| $f(M_3)$ (M_{\odot}) | 0.00563±0.00033 |
| $M_3(M_{\odot})$ for $i_{12} = 30^{\circ}$ | 0.58±0.05 |
| $M_3(M_{\odot})$ for $i_{12} = 60^{\circ}$ | 0.31±0.03 |
| $M_3(M_{\odot})$ for $i_{12} = 90^{\circ}$ | 0.26±0.02 |
| $\Sigma(O - C)^2$ (days ²) | 0.0003 |

RESULTS AND DISCUSSIONS

In this study, detailed photometric analysis of KL Aur is presented for the first time. The absolute parameters of KL Aur were estimated from the geometric parameters obtained in the light curve analysis and are given in Table 5.

The mass of the primary component was estimated using the calibrations of the color index, effective temperature, mass and spectral type for main-sequence stars given by Drilling and Landolt (2000). We assumed a 10 per cent error in the estimated mass of the primary component in order to estimate the errors of the remaining parameters given in Table 5. The mass of the secondary component of KL Aur was calculated from the photometric mass ratio given in Table 2. The semi-major axes (A) were derived from Kepler's third law. Lastly, the bolometric magnitudes (M_{bol}) and surface gravity ($\log g$) values were estimated using the solar values ($T_{eff} = 5771.8 \pm 0.7$ K, $M_{bol} = 4.7554 \pm 0.0004$ mag, and $g = 27423.2 \pm 7.9$ cm/s²) given by Pecaut and Mamajek (2013).

Table 5. Derived absolute parameters of KL Aur.

| | Primary star | Secondary star |
|---------------------|--------------|----------------|
| A (R_{\odot}) | 10.48 ± 0.26 | |
| M (M_{\odot}) | 1.22 ± 0.12 | 0.29 ± 0.10 |
| R (R_{\odot}) | 1.46 ± 0.12 | 2.99 ± 0.48 |
| $\log g$ (cgs) | 4.20 ± 0.10 | 2.95 ± 0.08 |
| M_{bol} (mag) | 3.55 ± 0.43 | 4.43 ± 0.58 |

In the O-C analysis of the system, it was determined that the orbital period increases continuously with a rate of 0.220 ± 0.025 s/year. Also, from the light curve solution of the system, the less massive secondary component was found to fill its Roche lobe. Therefore, the orbital period increase seen in the system may be due to a mass transfer mechanism from the less massive secondary component to the more massive primary component. In order to calculate the mass transfer rate between the components that will cause the observed orbital period change, the following equations given by Erdem & Öztürk (2014) can be used.

$$\frac{\dot{P}}{P} = \left\{ 2 \left\{ \frac{(10R_2)^2}{A} \right\} \frac{M_1 + M_2}{M_1 M_2} - \frac{2}{M_1 + M_2} \right\} \dot{M} + \frac{3(M_1 - M_2)}{M_1 + M_2} \dot{M}_1 \quad (4)$$

where \dot{P} and \dot{M}_1 are the rate of orbital period change and the rate of transferred mass from the secondary to primary component, respectively. \dot{M} represents the rate of mass loss from the system and is defined as below:

$$\begin{aligned} \dot{M} &\leq (1 - \beta)\dot{M}_2 \\ &= \frac{(1 - \beta)}{\beta} \dot{M}_1 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \beta &= - \frac{\dot{M}_1}{\dot{M}_2} \end{aligned}$$

where \dot{M}_2 is the mass loss rate of the secondary component and β is the mass-loss parameter giving the fraction of mass lost by the secondary component that is accreted by the primary component.

According to the non-conservative mass transfer scenario given by Erdem & Öztürk (2014), if the mass loss parameter (β) is greater than the critical value (β_{cri}) than the mass transfer mechanism in the system will be the dominant mechanism. In this case, the orbital period of the system subsequently increases. The β_{cri} value of KL Aur was found to be 0.896 using Eqs. (4) and (5). Therefore, the mass-loss parameter for the system should be in the range of $\beta_{cri} = 0.896 < \beta \leq 1$. By assuming $\beta \cong 0.896$, values of the mass transfer rate to the primary component (\dot{M}_1) and the mass-loss rate (\dot{M}) were found to be in the order of $10^{-5} M_{\odot}/\text{year}$ and $10^{-6} M_{\odot}/\text{year}$, respectively, using Eqs. (4) and (5). In case of conservative mass transfer mechanism ($\beta = 1$), the rate of transferred mass to the primary component is calculated to be in the order of $10^{-7} M_{\odot}/\text{year}$.

A cyclic variation was also detected in the O-C diagram of the system (see Figure 4). According to the final model parameters obtained from the LTTE fit (see Table 4), KL Aur orbits around the triple system's center of mass in an eccentric orbit ($e_{12} = 0.62 \pm 0.19$) with a period of $P_{12} = 8.9 \pm 1.2$ years. The projected distance of the center of mass of KL Aur to the center of mass of the three-body system was estimated to be $a_{12} \sin i_{12} = 0.76 \pm 0.17$ AU. Using the P_{12} and $a_{12} \sin i_{12}$ values, the mass function of the third body was found to be $f(M_3) = 0.00563 \pm 0.00033 M_{\odot}$. Using the masses of primary and secondary components of the binary star system given in Table 5, the mass of the third body was found to be $0.58 \pm 0.05 M_{\odot}$, $0.31 \pm 0.03 M_{\odot}$, and $0.26 \pm 0.02 M_{\odot}$ for $i_{12} = 30^{\circ}$, $i_{12} = 60^{\circ}$ and $i_{12} = 90^{\circ}$, respectively. If the third body is coplanar with the binary star system ($i_{12} = i = 83^{\circ}.1$, see Table 2), then the mass and semi-major axis of its orbit around the center of the mass of the three-body system is derived to be $0.26 \pm 0.03 M_{\odot}$ and 4.4 ± 0.9 AU. The light contribution of the third body to the total light of the system was estimated to be $\sim 0.06\%$ using the mass– luminosity relation of $L \sim M^{3.9}$ given by Ibanoglu et al. (2006). Therefore, the light contribution from the third body is too small to be observed photometrically.

Detailed photometric analysis of KL Aur is presented for the first time in this study. High-resolution spectroscopic observations together with more precise photometric observations of the system are highly required to be able to calculate the absolute parameters of the system more accurately, to verify the mass transfer mechanism and to verify the existence of the third body.

REFERENCES

- Bellm, E. C., Kulkarni, S. R., Graham, M. J., et al. (2019). The Zwicky Transient Facility: System Overview, Performance, and First Results. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 131(995), pp. 018002.
- Bradstreet, D. H., & Steelman, D. P. (2002). Binary Maker 3.0 - An Interactive Graphics-Based Light Curve Synthesis Program Written in Java. *Bulletin of the American Astronomical Society*, 34, 1224.
- Butters, O. W., West, R. G., Anderson, D. R. et al. (2010). The first WASP public data release. *Astronomy and Astrophysics*, 520, id.L10.
- Henden, A. A., Levine, S., Terrell, D., Welch, D. L. (2015). APASS - The Latest Data Release. *American Astronomical Society, AAS Meeting #225*, id.336.16.
- Hübscher, J., Braune, W., Lehmann, P. B., 2013, BAV-Results of Observations - Photoelectric Minima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima of Pulsating Stars. *Information Bulletin on Variable Stars*, 6048, 1-15.
- Ibanoğlu, C., Soyduğan, F., Soyduğan, E., Dervişoğlu, A. (2006). Angular momentum evolution of Algol binaries. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 373(1), 435-448.
- Irwin, J. B. (1959). Standard light-time curves. *Astronomical Journal*, Vol. 64, p. 149.
- Kochanek, C. S., Shappee, B. J., Stanek, K. Z., et al. (2017). The All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) Light Curve Server v1.0. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 129(980), id.104502.
- Kreiner, J. M. (2004). Up-to-Date Linear Elements of Eclipsing Binaries. *Acta Astronomica*, 54, 207-210.
- Kwee, K. K., & van Woerden, H. (1956). A method for computing accurately the epoch of minimum of an eclipsing variable. *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*, 12, 327-330.
- Levine, S., Henden, A., Terrell, D., Welch, D., Kloppenborg, B. (2019) Solar System Objects and the AAVSO Photometric All-Sky Survey (APASS). *The Journal of the American Association of Variable Star Observers*, 47(1), 132.
- Pagel, L., 2020, BAV-Results of observations - Photoelectric Minima/Maxima of Selected Eclipsing Binaries and Maxima/Minima of Pulsating Stars. *BAV Mitteilungen* 251, 1-81.
- Pecaut, M.J., & Mamajek, E.E. (2013). Intrinsic colors, temperatures, and bolometric corrections of pre-main-sequence stars. *The Astrophysical Journal Supplement*, 208 (1), id.9.
- Samus', N. N., Kazarovets, E. V., Durlevich, O. V., Kireeva, N. N., & Pastukhova, E. N. (2017). General catalogue of variable stars: Version GCVS 5.1. *Astronomy Reports*, 61(1), 80-88.
- Shappee, B. J., Prieto, J. L., Grupe, D, et al. (2014). The Man behind the Curtain: X-Rays Drive the UV through NIR Variability in the 2013 Active Galactic Nucleus Outburst in NGC 2617. *The Astrophysical Journal*, 788(1), id.48.
- Woźniak, P. R., Vestrand, W. T., Akerlof, C. W., et al. (2004). Northern Sky Variability Survey:

Public Data Release. *The Astronomical Journal*, 127(4), 2436–2444.

Zasche, P., Wolf, M., Vraštil, J., Liška, J., Skarka, M., Zejda, M. (2014). Apsidal motion and a light curve solution for eighteen SMC eccentric eclipsing binaries. *Astronomy & Astrophysics*, 572, idA71.

DİYARBAKIR DİCLE KÖPRÜSÜ ÇEVRESİ TASARIMININ SWOT ANALİZİ YÖNTEMİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF THE LANDSCAPE DESIGN BY THE SWOT ANALYSIS METHOD OF DIYARBAKIR DICLE BRIDGE SURROUNDINGS

Rukiye İLER

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır.

ORCID NO: 0000-0001-9423-6310

Prof. Dr. F.Demet AYKAL

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır.

ORCID NO: 0000-0003-2424-0407

Prof. Dr. D.Türkan KEJANLI

Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır.

ORCID NO: 0000-0002-0476-2307

ÖZET

Diyarbakır İli Sur Mahallesi'nde bulunan ve diğer adı Ongözlü Köprü olan Dicle Köprüsü 1065-1067 yılları arasında Mervanoğulları tarafından yapılmıştır. Köprü Dicle Nehri'nin debisinin üzerinden geçilmeye en uygun olduğu yerlerden birinde inşa edilmiştir. Tarih boyunca pek çok uygarlık tarafından bu nedenle yenilenmiş ve kullanılmaya devam edilmiştir. Diyarbakır kentinde yerleşimin başladığı nokta olan Amida Höyük, UNESCO dünya miras listesindeki Hevsel Bahçeleri, tarihi Suriçi bölgesi, Gazi Köşkü ve Erdebil Köşkü gibi kentin sahip olduğu önemli dinamikler Dicle Köprüsü'ne yakın bir mesafede konumlanmaktadır. 2007 yılında bölgede restorasyon çalışmalarının başlamasıyla beraber köprü araç trafiğine kapatılmıştır. Köprü ve çevresinin beraber korunması için bir peyzaj düzenleme çalışması yapılmıştır. Dicle Vadisi Rekreasyon Alanı Projesi ile bölgenin canlandırılması ve kentli tarafından kullanımının artırılması hedeflenmiştir. Projeye beraber yeme-içme alanları, yürüyüş alanları, rahatlama ve dinlenme alanları kurgulanmıştır. Bu çalışmada Dicle Köprüsü çevresinin yapılan yenileme çalışması sonrasındaki kullanımını değerlendirmek üzere SWOT analizi uygulanmıştır. Bu analizle beraber peyzaj alanının güçlü ve zayıf yönleri incelenmiş alanın sahip olduğu fırsat ve tehditler ortaya konmuştur. SWOT analizi sonucunda bölgedeki kullanımın daha çok pasif rekreasyon faaliyetlerine yönelik olduğu bununla beraber ağırlıklı ticari fonksiyona sahip yeme-içme mekanlarının kullanıldığı tespit edilmiştir. Alana restorasyon çalışması sonrasında verilen işlevler yeterli olmamakla birlikte kent merkezinden kopuk olacak şekilde bir rekreasyon çalışması yapılmış olması alanın geleceğine yönelik tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışmada yapılan analiz sonucunda alanın sahip olduğu fırsatlar aracılığıyla geleceğine yönelik tehditlerinin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır. Amida Höyük' ten başlayan ve Dicle Köprüsü'nde son bulan bir tarih ve rekreasyon aksı önerilmiştir. Aks boyunca Hevsel Bahçelerine bakan seyir alanları, belirli bölgelerde halkın üretimine açılabilen küçük bahçeler, sökülüp takılabilir yeme içme mekanları bisiklet yolları kurgulanması önerilmektedir. Aynı zamanda diğer tarihi yapılar olan Gazi Köşkü ve Erdebil Köşklerinin de bu aksı besleyecek şekilde işlevlendirilmesi hedeflenmektedir. Tasarlanan bu aksla beraber Dicle Köprüsü çevresi tasarımının kentle beraber bütüncül bir şekilde ele alınması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarihi Doku, Peyzaj, Çevre, Köprü, SWOT Analizi

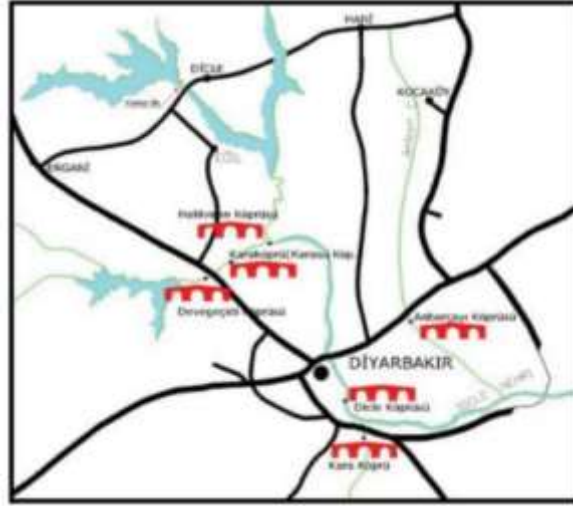
ABSTRACT

The Dicle Bridge, which is located in the Sur District of Diyarbakır Province and whose other name is Ongözlü Bridge, was built by Mervanoğulları between 1065 and 1067. The bridge was built in one of the places where the flow of the Dicle River is most suitable for crossing. Therefore, it has been renewed and continued to be used by many civilizations throughout history. Important dynamics of the city such as Amida Höyük, where the settlement started in the city of Diyarbakır, Hevsel Gardens in the UNESCO World Heritage List, the historical Suriçi Area, Gazi Pavilion and Erdebil Pavilion are located close to the Dicle Bridge. In 2007, due to restoration in the region, the bridge was closed to vehicle traffic. A landscaping study was carried out to protect the bridge and its surroundings together. Thanks to the Dicle Valley Recreation Area Project, it is aimed to revitalize the region and increase the number of citizens who experience this area. Areas such as dining areas, walking areas and relaxation areas have been designed within the scope of the project. In this study, SWOT analysis was applied to evaluate the use of the Dicle Bridge surrounding after the renovation. As a consequence this analysis, the strengths and weaknesses of the landscape area were examined and the opportunities and threats of the area were revealed. Considering the results of the SWOT analysis, it has emerged that the use in the region is mostly for passive recreation activities in addition to this, dining places with commercial functions are intensely used in the region. The future of the area is under threat, both because the functions given to the area after the renovation work are not sufficient and the restoration is not considered together with the city center. As a result of the analysis made in this study, it is aimed to eliminate the threats to the future through the opportunities of the field. A historical and recreation axis starting from Amida Höyük and ending at the Dicle Bridge has been proposed. Along the axis, it is recommended to construct viewing areas to view Hevsel Gardens, small gardens that can be opened for public production in designated areas, dining places and bicycle paths. At the same time, it is aimed to function the Gazi Pavilion and Erdebil Pavilion, which are other historical structures, to support this axis. Thanks to this designed axis, it is aimed to consider the design of the Dicle Bridge surrounding to be integrated with the urban texture.

Keywords: Historical Texture, Landscape, Environment, Bridge, SWOT Analysis

GİRİŞ

Tarihi köprüler geçmişte yaşamış uygarlıkların izlerini barındırdıklarından geçmiş hakkında pek çok konuda bilgi vermektedir. Aynı zamanda köprüler bir kentin fiziksel dokusunun gelişiminde de söz sahibi öğelerdir. Kente bağlayıcı öge olarak köprü yapılmasıyla beraber arazinin kullanımı değişmeye ve bölgedeki yoğunluk artmaya başlamaktadır. Köprülerin birbirine bağladığı iki yakadaki yerleşimler köprü ayaklarının oturduğu yerler olduğundan, zamanla gelişmeye ve kentin gelişimini belirlerler. Diyarbakır ili Dicle Nehri gibi bir dinamiğe sahip olduğundan karşıya geçiş için pek çok uygarlık döneminde köprülere ihtiyaç duyulmuştur. Her uygarlık döneminin yapım tekniği ile bir köprü inşa etmiştir. Bu yapı tekniği hem dönemin teknolojik gelişimi açısından ipuçları barındırmaktadır. Bu köprülerden biri de geçmişte en sık kullanılan köprüler arasında yer alan Dicle Köprüsüdür (Şekil 1).



Şekil 1Diyarbakir Merkez’de Yer Alan Tarihi Köprülerin Dicle Nehri Üzerindeki Yerleri(Halifeoğlu,2011)

Dicle köprüsü kent Merkezinin güneyinde, Mardin Kapı'nın üç km dışında yer almaktadır. On Gözlü Köprü olarak da bilinen yapı, 1065- 1067 yılında Mervanoğulları zamanında yapılmıştır. İslam öncesine inen temeller üstünde yapıldığı söylenmektedir (İlter,1978). Dicle Nehri'nin debisinin üzerinden geçilmeye en uygun olduğu ve Diyarbakir'a en yakın olan yerlerden birine yapılmış köprüdür. Dicle köprüsü bu kadar stratejik bir öneme sahip olduğundan pek çok dönemde yenilenmiş ve birçok uygarlık tarafından kullanımına devam edilmiştir. Diyarbakir'a direkt girişi sağlayan başka ya da Diyarbakir'a bu köprüden daha yakın bir köprü bulunmamaktadır (Şekil 2-3).



Şekil 2 Dicle Köprüsü Eski Fotoğrafları Hugo Grothe,(1909)



Şekil 3 Dicle Köprüsü Eski Fotoğrafları Albert Gabriel (1940)

Köprü'nün uzunluğu 172 m. dir. Genişliği ise batı tarafından başlamak suretiyle ilk beş gözde 10 m beşinci gözden itibaren sonuna kadar yaklaşık 4 m kadar daralmaktadır (Halifeoğlu 2011). 2007 yılında köprü için restorasyon çalışmaları başlatılmış ve köprü ve çevresinin yenilenmesi için peyzaj düzenleme çalışmaları yapılmıştır. Dicle Köprüsü şehir merkezine, tarihi surlara ve Hevsel Bahçeleri' ne yakın bir mesafede bulunmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4 Dicle Köprüsü Çevre Analizi (Google Earth ,2022)

Dicle Köprüsü ile Suriçi arasındaki yol taşıtla 20 dakika sürmektedir. Köprü kentin diğer bölümlerine göre daha az yoğun bir bölgede yer almaktadır. Dicle Köprüsü'nün yakın çevresine odaklanıldığında kent için önemli dinamiklerin varlığını tespit etmek mümkündür. Erdebil ve Gazi köşkları Dicle Köprüsüne oldukça yakın bir konumda yer almaktadır. Yine köprü'nün yakın çevresinde Hevsel Bahçeleri'nin bir bölümü de görülebilir durumdadır (Şekil 5).



Şekil 5 Dicle Köprüsü Yakın Çevre Analizi (Google Earth,2022)

Dicle Köprüsü çevresini yeniden işlevlendirmek ve bölgeye canlılık katmak için Dicle Vadisi Rekreasyon Alanı Projesi, Çevre Şehirlik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından uygulanmıştır. Daha çok ticari amaçlı mekanlar bölgede konumlandırılmış olsa da rekreasyon faaliyetlerini belli ölçüde karşılayacak alanlar da tasarlanmıştır (Şekil 6-7).



Şekil 6 Dicle Köprüsü Çevresi Yeme-İçme Alanları

Şekil 7 Dicle Köprüsü Çevresi Yeme-İçme Alanları

Dicle Köprüsü çevresinde pek çok dinamiği bulundurmaktadır. Bu dinamikler kent için önemli noktalar olup kentin kimliğine katkıda bulunan ve kentli için rekreasyon potansiyeli barındıran özelliktedir (Tablo 1).

Tablo 1 (Dicle Köprüsü Çevresindeki Nirengi Noktaları)

| NİRENGİ NOKTALARI | GENEL BİLGİ | FOTOĞRAF |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Amida Höyük | Diyarbakır'ın tarihi merkezi Sur ilçesinde nitelendirilen Amida Höyük'te yürütülen arkeolojik kazılarda buluntuların 1800 yıllık olduğu düşünülmektedir. Amida Höyük aynı zamanda Artuklu Sarayı'nın bulunduğu yerdir(URL:1)(Şekil 6). |  Şekil 6 Amida Höyük URL:1 (15.01.2022) |
| Hevsel Bahçeleri | Hevsel Bahçeleri, 30'dan fazla uygarlığın izlerini taşıyan bir bölgede 8 bin yıl gibi çok uzun süredir bahçe olarak var olmasıyla, tarımsal değerinin dışında, kültürel ve tarihi olarak da özgün bir yere sahiptir(URL:2) (Şekil 7). |  Şekil 7 Hevsel Bahçeleri URL:2 (15.01.2022) |
| Tarihi Sur Aksı | Diyarbakır Kalesi, İçkale ve Dış Kale olarak iki bölümden oluşur. Diyarbakır surlarının çevre uzunluğu yaklaşık 5200 metredir. İçkale'nin Suriçi'nde kalan bölümünün uzunluğu 599 metredir(URL:3)(Şekil 8). |  Şekil 8 Tarihi Sur Aksı URL:3 (15.01.2022) |
| Erdebil Köşkü | Köşk, Dicle Köprüsü'nün batısında yüksek bir tepe üzerinde yer alır. Plan ve mimari özellikler bakımından Gazi köşkü ile benzerlikler gösteren bu yapı, bodrum üzerinde, iki katlı ve dikdörtgen formda havuzlu olarak yapılmıştır (Baran,2013)(Şekil 9). |  Şekil 9 Erdebil Köşkü(Baran,2013) |
| Gazi Köşkü | Diyarbakır surlarının dışındaki Semanoğlu Köşkü Atatürk'e verilmiştir. Atatürk 27 Mart 1917 tarihine kadar bugün Gazi Köşkü olarak isimlendirilen bu köşkte kalmıştır(URL:4)(Şekil 10). |  Şekil 10 Gazi Köşkü (Anonim,1937) |
| Dicle Vadisi Rekreasyon Alanı | Yukarı Kılıçtaş Mahallesi sınırları içerisindeki 1098,55 ha'lık alan kentlinin yaşam kalitesinin artırılması için Rezerv Yapı Alanı olarak belirlenmiştir(URL:5)(Şekil 11). |  Şekil 11 Dicle Vadisi Rekreasyon Alanı Projesi URL :5 (15.01.2022) |

Dicle Vadisi Rekreasyon Alanı Projesi kapsamında yeme içme fonksiyonu ağırlıklı pek çok işletme bölgede yerini almıştır. İşletmelerin büyük bir kısmı sökülebilir prefabrik birimleri yeme içme hazırlık birimleri olarak kullanmış servis mekanları için yalnızca açık mekanlar kullanmışlardır. Bölgenin tamamı yoğun

olarak gündüz saatlerinde kullanılmaktadır. Gündüz saatlerinde çoğunlukla halkın oturma, dinlenme, yürüyüş yapma, izleme ve fotoğraf çekme gibi rekreatif ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Şekil 12).



Diyarbakir kenti için bu Şekil 12 Dicle Köprüsü Çevresi Rekreasyon Alanı, (İler aşlamış taşıt trafiğine köprü kapatılmıştır. Köprü'nün çevresinde yapılan düzenlemelerle kentli için rekreasyon alanları yapılmış ve kullanıma sunulmuştur. Proje sonrasında alan kıyılarına olan ilgi artmış özellikle köprü yakınındaki etkinlik alanları temiz hava alma, rahatlama, dinlenme ve eğlenme amaçları ile ilgi çekmeye başlamıştır (Şekil 13).



Şekil 13 Dicle Köprüsü Çevresi Rekreasyon Alanı, (İler 2022)

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

SWOT analizi, tarihi çevrenin mevcut potansiyelinin korunması ve geliştirilmesi için korumayı teşvik edici stratejilerinin belirlenmesinde analitik bir araştırma yöntemi olarak kullanılmıştır. Bu analiz, tarihi çevreye yönelik geliştirilecek sürdürülebilir koruma-geliştirme-alan yönetimi stratejilerinin mekânsal ve işlevsel öncelikleri ile mevcut sorunların belirlenmesi ve ileriye dönük çözüm önerilerinin geliştirilmesi kapsamında peyzaj planlama ve peyzaj tasarım önceliklerinin belirlenebilmesi açısından önemlidir. Bu bağlamda

çalışma alanının güçlü ve zayıf yönleri, tehdit ve fırsatları incelenmiştir.

GÜÇLÜ YÖNLER

- Araştırma alanının kent merkezin oldukça yakın bir noktada yer alması,
- Aktif-pasif rekreasyona imkan sağlayan açık-yeşil alan olarak kullanılması,
- Alan yakın çevresinde geleneksel kent dokusuna, silüetine ve Diyarbakır kent kimliğine katkıda bulunan tarihi alanların olması (Gazi Köşkü, Erdebil Köşkü ve Hevsel Bahçeleri) (Şekil 14),



Şekil 14 Dicle Köprüsü Üzerinden Erdebil Köşkü Görünümü, (İler 2022)

- Kentlinin rekreasyon ihtiyacını karşılayacak geniş bir alana sahip olması,
- Kültürel bir simge olarak kullanılması (Kentlinin düğün ve nişan gibi aktiviteleri için fotoğraf çekim mekanı olarak kullanılmaktadır (Şekil 15).),



Şekil 15 Dicle Köprüsü Üzerinde Halay Çeken İnsanlar , (İler 2022)

ZAYIF YÖNLER

- Yapılan çevre düzenlemelerinde Dicle Köprüsü'nü ön plana çıkarmayı hedefleyen bir tasarım anlayışının benimsenmemiş olması,
- Sıcak ve soğuk iklim koşullarından koruyacak düzenlemelerinin olmaması,
- Geceleri güvenlik sorununun olması,
- Tarihi yapıyla uyuşmayan geçici yeme-içme işletmelerinin mekana üstünlük sağlaması (Şekil 23),



Şekil 16 Dicle Köprüsü Rekreasyon Alanında Yeme İçme Mekanlarının Görünümü, (İler 2022)

- Mekanın en fazla günde 14 saat kullanıma açık olması,
- Alanın 4 mevsim kullanıma uygun olmaması,
- Kullanılan mobilyaların tarihi yapıyla uyumsuz olması ve çevreyle entegre olmaması,

FIRSATLAR

- Alanın kent meydanına oldukça yakın olması nedeniyle kolay erişilebilir olması,
- Yerel yönetimin tarihi çevreleri korumaya yönelik projeler geliştirmesi (Şekil 17),



Şekil 17 Tarihi Sur Aksı Rekreasyon Alanı (İler 2022)

- Alanı Suriçi tarihi kent merkezine bağlayan bir aksın kendiliğinden oluşmuş olması,
- Ulusal ve uluslararası öneme sahip kültürel miras değerleri ile şekillenmiş kent dokusunun turizme bağlı hizmet alanları olarak geliştirilmesi (Şekil 25),



Şekil 18 Tarihi Sur Aksı Rekreasyon Alanı (İler 2022)

TEHDİTLER

- Tarihi çevreleri korumada insanların yeterince bilinçli olmaması (Şekil 19),



Şekil 19 Dicle Köprüsü Çevresinin Bilinçsiz Kullanımı (İler, 2022)

- Alanda düzenlenen çeşitli sosyal ve kültürel etkinliklerde yeterli koruma önlemlerinin alınmaması sonucu çevresel bozulma (Şekil 20),



Şekil 20 Dicle Köprüsünde Çevresel Bozulma (İler, 2022)

- Alanın tarihi kent merkezine yakın olmasına rağmen yakın çevresinde kendisiyle doğrudan ilişkili tarihi yapı olmaması,
- Verilen işlevlerin yetersiz olması,

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Dicle Köprüsü çevresi pek çok güçlü yöne ve fırsata sahip olmasına rağmen pek çok zayıf yön ve tehdi de sahiptir. Bu zayıf yönlere ve alanın varlığına tehdit oluşturan sorunlara çeşitli çözümler üretilmiştir. Alanın zayıf yönlerinin ortadan kaldırılmasına yönelik çözüm önerileri şu şekilde sıralanabilir;

- ❖ Kullanıcının bu aksı deneyimlerken hem tarihi alanları tecrübe etmiş olması hem de rekreasyon ihtiyacını karşılamış olması hedeflenmektedir.
- ❖ Çalışma alanına önerilen bu aksla beraber proje alanının sahip olduğu fırsatlar kullanılarak tehditlerin ortadan kaldırılması planlanmıştır.
- ❖ Söz konusu aksla beraber alanın çevresindeki tarihi alan ve mekanlar da değerlendirilecek, aksa işlevsel anlamda katkıda bulunan noktalar olarak kullanılacaktır.
- ❖ Kentlinin de bilinçlendirilmesiyle çalışma alanı için uygun kullanım oluşturulacaktır.

KAYNAKÇA

- Arslan Y. (2005) ‘‘Erdek ve Çevresinin Eko turizm Açısından Değerlendirilmesi’’ Sosyal Bilimler Dergisi Yıl: 2005 Sayı:13, Mayıs 2005 s. 29 - 53
- Atik-Nisan M. (2010) Peyzaj Karakter Analizi Yöntemi ile Antalya Side Bölgesi Kültürel Peyzajlarının Karakter Analizi, Araştırma Makalesi
- Ceylan D.- Korkut A.- Kiper T. (2019) - Tarihi Çevre Yenileme Çalışmalarında Kentsel Peyzaj Planlama Anlayışı: Edirne Örneği, Namık Kemal Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Tekirdağ
- Demir S. Demirel Ö, Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi-(2018),Avrupa Peyzaj Sözleşmesi Gereği Tarihi ve Arkeolojik Yeni Bir Yaklaşım, Yıl 2018, Cilt 3, Sayı 2, s. 546 - 562,
- Düzenli T.- Alpak E. - Akyol D. (2018) ‘‘Peyzaj Mimarlığında Su Ögesinin Tarihsel Süreçteki Kullanım Amaçları’’ Dergi Park Yıl:2019, Cilt 9, Sayı 1, Haziran 2019 s.20 - 35,
- Erdal Z.- (2003) Su Elemanlarının Kentsel Mekânlarda Kullanımı İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Erdoğan R. , Oktay E. , Selim C. (2018) Tarihi Çevre Yenileme Çalışmalarının Peyzaj Mimarlığı Açısından Değerlendirilmesi, Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi Araştırma makalesi
- Halifeoğlu F. ,Toprak Z. (2011) Tarihi Diyarbakır Köprülerinin Mimari, Hidrolojik ve Jeolojik Açından Değerlendirilmesi, II. Su Yapıları Sempozyumu - 16-18 Eylül 2011, Diyarbakır
- Tırnakçı A. Aklıbaşında M.(2007) Tarihi Çevrelerde Kentsel Peyzaj Tasarımın Kayseri Mimar Sinan Parkı Örneğinde İncelenmesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü
- Tonbil S. (2019) Turizm Politikası ve Planlaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul

İnternet Kaynakları

URL:1 <https://bendiyarbakirim.com/kesfet/amida-hoyuk-ve-artuklu-sarayi>

URL:2 <https://kvmgm.ktb.gov.tr/TR-44403/diyarbakir-kalesi-ve-hevsel-bahceleri-diyarbakir.html>

URL:3 <http://www.diyarbakir.gov.tr/sur>

URL:4 <https://bendiyarbakirim.com/kesfet/gazi-kosku>

URL:5 <https://mpgm.csb.gov.tr/dicle-vadisi-rekreasyon-alani-projesi-i-85668>

URL:6 <https://tr.wikipedia.org/wiki/Dicle>

INVESTIGATING THE EFFECT OF QUENCHING MEDIA AND AGITATION CONDITIONS ON THE MICROSTRUCTURE, HARDNESS, AND STRESS DISTRIBUTION OF AISI 4140 STEEL BY USING FEM

Yağız AKYILDIZ¹

¹Onatus Vision Technologies, 41400 Kocaeli, Turkey.

¹Kocaeli University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, 41001 Kocaeli, Turkey.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6012-9795>

Adnan AKMAN²

²Delft University of Technology, Department of Materials Science and Engineering, Mekelweg 2, 2628 CD, Delft, The Netherlands

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6873-7311>

Burak HORASAN³

³Sakarya University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, 54050 Sakarya, Turkey

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4527-5783>

Rıdvan YAMANOĞLU⁴

⁴Kocaeli University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, 41001 Kocaeli, Turkey

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4661-8215>

Hüseyin AYDIN⁵

⁵Tübitak Marmara Research Center, Materials Institute, 41400 Kocaeli, Turkey

⁵ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8600-2984>

ABSTRACT

AISI 4140 is widely used in machine tools and automotive parts due to its high hardenability, strength, and wear resistance. 4140 steel is low alloy steel, and the mechanical properties of the final material can be improved by applying the quenching and tempering (Q&T) process for specific applications. Especially, quenching is an essential step for the Q&T process to obtain the desired microstructural features and mechanical properties. For this reason, it is crucial to develop a suitable quenching process. The purpose of this modelling and simulation study was to investigate the effect of quenching media (oil and water with strong/moderate/non-agitation conditions) on the properties of AISI 4140 steel by using a Finite Element Method (FEM). Simheat NxT 1.2 software was used for FEM analysis. Firstly, the thermodynamic analysis of AISI 4140 steel according to its chemical composition was studied via Thermo-Calc software. The heat treatment of AISI 4140 was applied at 950 °C for 6 minutes, followed by quenching. Oil and water quenching media were used for 200 seconds. This work demonstrates how the quenching media and conditions affect the final microstructure, hardness, and stress distribution. The differences in heat transfer coefficients of different quenching media and cooling conditions proved to change the distribution of stresses.

Keywords: AISI 4140, Finite Element Method (FEM), Simheat NxT, Thermo-Calc

1. INTRODUCTION

AISI 4140 is a low alloy steel containing Cr, Mo, Si and Mn as prominent alloying elements. It is widely used in machine tools and vehicle parts (shafts, spindles, gears) due to its higher hardenability, high strength, and wear resistance [1,2]. Various heat treatment processes can improve the mechanical properties of AISI 4140 for a designated microstructure. The most widespread heat treatment for this type of steel is the quenching and tempering (Q&T) process [3].

Heat treatment of 4140 steel involves austenitizing, quenching and tempering steps. In the austenitization step, it is aimed to obtain a homogeneous structure by increasing the temperature A_3 in hypo-eutectoid steel. After obtaining homogeneous austenite distribution, quenching is applied to stabilize the microstructure. The quenching process can be performed in various quenching mediums such as air, water, oil, and polymeric media. Each media has a different heat transfer coefficient. The heat transfer coefficient determines the material properties affecting the cooling regime of the material. If the austenitized steel is cooled rapidly, the carbon in austenite does not have sufficient time to diffuse out, and a new type of microstructure is formed after quenching, which is also called martensite. However, freshly formed martensite is quite hard and brittle. Therefore, tempering heat treatment of quenched steel is applied to obtain the desired ductility and toughness [4,5].

The influence of microstructure on mechanical properties of low alloy steels has been considerable research of interest in the field of physical metallurgy [6]. In the Q&T process, the quenching media selection for the quenching stage is essential to form desired microstructural features. The most common quenching media has been water and oil for many years, but in the selection of suitable quenching media, there is a need to consider the possibility of cracking and warpage during quenching [7].

Each quenching media has certain properties which make it suitable for specific applications. For instance, water can be used easily as a quenching media, but due to its high cooling rate, it may create severe distortion. On the other hand, as a quenching media, the usage of oil may not help to obtain desired mechanical properties due to its lower cooling rate compared to the water. The aim of quenching media is to enhance the heat transfer rate during the cooling to produce the desired microstructural features and mechanical properties [8].

Quenching is necessary to obtain the desired microstructural features, and this stage is often accompanied by high thermal stresses, which may cause distortions and high residual stresses. It is essential to develop a suitable quenching process to minimize the residual stresses and distortions. Process design and optimization are simulated with materials and models based on a certain geometry. Thermodynamic analysis of AISI 4140 steel was studied according to its standard chemical composition via Thermo-Calc software version 2022a. The temperature vs phase fraction and critical transformation temperatures (CTT) was calculated with Thermo-Calc software. Finally, the effect of quenching media and cooling conditions on the microstructural and mechanical properties of AISI 4140 was simulated by using FEM simulation software (Simheat NxT 1.2). It aims to create a correlation between quenching media (in different agitation conditions) and resulting properties such as microstructure, hardness, and stress distribution.

2. MATERIALS AND METHOD

The material used in the present study was a commercial AISI 4140 steel, and its chemical composition given in Table 1 was entered into the software. CTT (A_1 and A_3) diagram was calculated according to the given chemical composition, temperature vs phase fraction by using Thermo-Calc software. The austenitization temperature was determined by putting a safety margin on the calculated A_3 temperature.

Table 1. Chemical composition of AISI4140 steel (wt%).

| C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Fe |
|------|-----|-----|-------|-------|-----|-----|---------|
| 0.38 | 0.2 | 0.6 | 0.025 | 0.035 | 1.2 | 0.3 | Balance |

The heat treatment was arranged by heating AISI 4140 (ASTM grain size was entered as 8) at austenitizing temperature (950 °C) for 6 minutes and followed by quenching to two different quenching media (water and oil with different agitation conditions) for 200 seconds. For every quenching step, simulation results were recorded to Simheat NxT software to create a relation between the quenching media/conditions and resulting properties (microstructure, hardness, and stress distribution). For the quenching process, the heat transfer coefficient values of different quenching media were taken from the Simheat NxT software and given in Table 2.

Table 2. Heat transfer coefficients of oil and water quenching in different conditions.

| Quenching Media | | Heat Transfer Coefficient (W/m ² K) |
|-----------------|---------------------|------------------------------------------------|
| Oil | Non agitated | 800 |
| | Moderately agitated | 1100 |
| | Strongly agitated | 2100 |
| Water | Non agitated | 2600 |
| | Moderately agitated | 3700 |
| | Strongly agitated | 5500 |

3. RESULTS AND DISCUSSION

Phase fractions as a function of temperature were calculated for AISI 4140 steel and given in Figure 1. AISI 4140 steel begins to solidify at 1497°C. The first solidified phase is delta ferrite according to the carbon ratio. At 1484°C, the delta ferrite and liquid phase transform into austenite phase with the peritectic reaction. Mn and S elements in steel form MnS intermetallic at 1429°C. Solidification is completed at 1423°C. In hypo-eutectoid steels, the pro-eutectoid ferrite phase is firstly formed from the austenite phase. The point at which pro-eutectoid ferrite begins to form determines the A3 temperature. A3 temperature was calculated as 785°C for AISI 4140 steel. The eutectoid reaction occurring at 723°C for the pure Fe-Fe₃C system transforms into the eutectoid area in multiphase systems. In this context, A1e and A1b temperatures were calculated as 753 and 737°C, respectively. The austenitization temperature has to be above the A3 temperature to obtain a fully austenitic structure, and it was determined as 950°C by putting a safety margin on the determined A3 temperature (785°C).

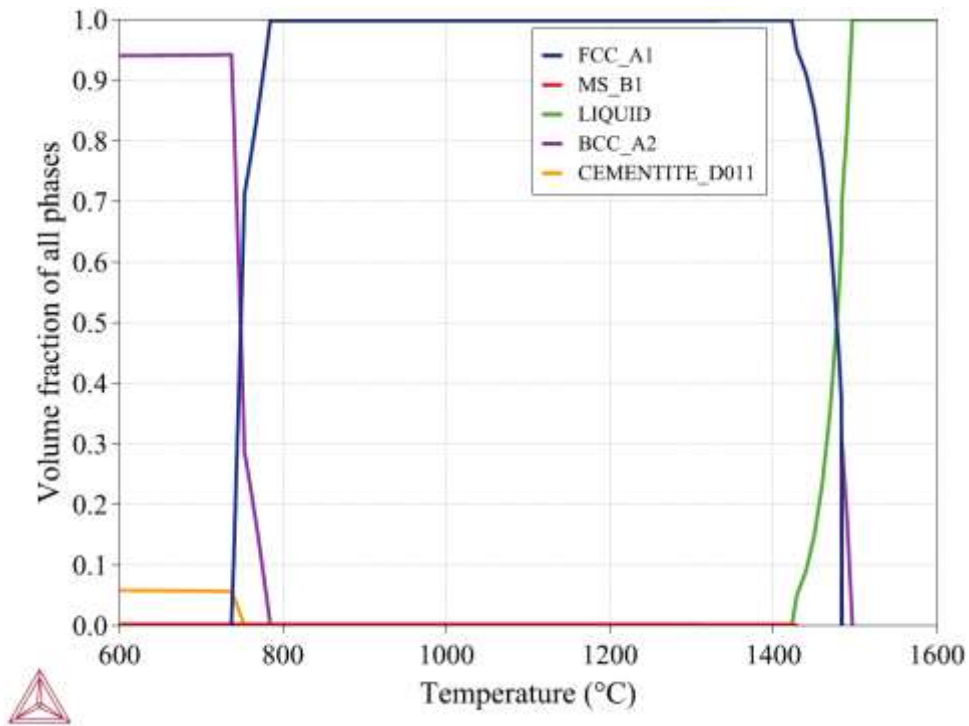


Figure 1. Phase fractions of AISI 4140 as a function of temperature.

A fully martensitic structure was obtained upon cooling to room temperature via water and oil quenching for all agitation conditions (strong/moderate/non), as shown in Figure 2a. Since the heat transfer coefficient of water and oil quenching (Table 2) is high enough to avoid ferrite, pearlite and bainite formation, the microstructure becomes fully martensitic. In addition, hardness results are fitting well with the microstructure results. In all agitation conditions for water and oil quenched AISI 4140, hardness value was obtained as 647 HV as shown in Figure 2b.

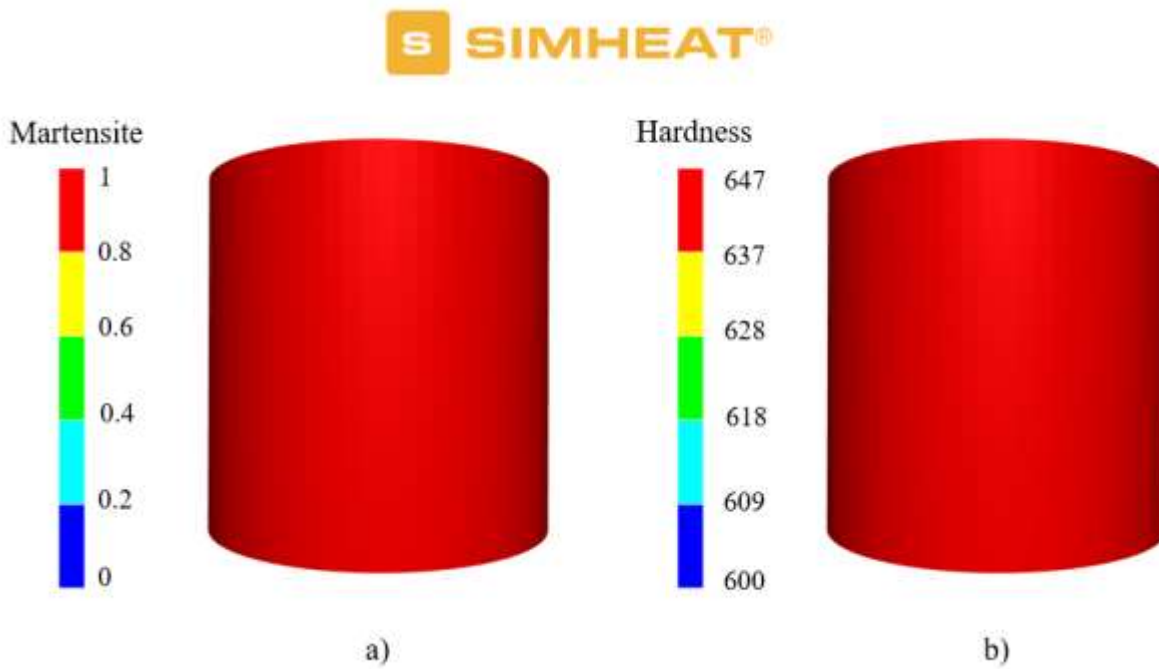


Figure 2. a) Microstructure and b) hardness of water and oil quenched AISI 4140 steel for all agitation conditions.

Residual stresses are internal stresses that remain in metals, even in external loadings. In some cases, residual stresses may cause significant problems during plastic deformation, such as warping and distortion [7].

For the water quenched steel, the distribution of von Mises stresses in Figure 3 shows higher stress distribution compared to the oil quenched steel as also summarized in Table 3 (maximum von Mises stresses). The reason for that, at all agitation conditions as given in Table 2, the heat transfer coefficient is relatively high for the water-cooling media compared to the oil. It is apparent that the von Mises stress distribution is directly correlated with the heat transfer coefficients for selected cooling media. The von Mises stresses from highest to lowest; water quenching can be described as strong/moderate/non-agitated cooling media, and oil can be described as strong/moderate/non-agitated cooling media. In addition to these results, it is possible to observe a difference in cross-sectional images.

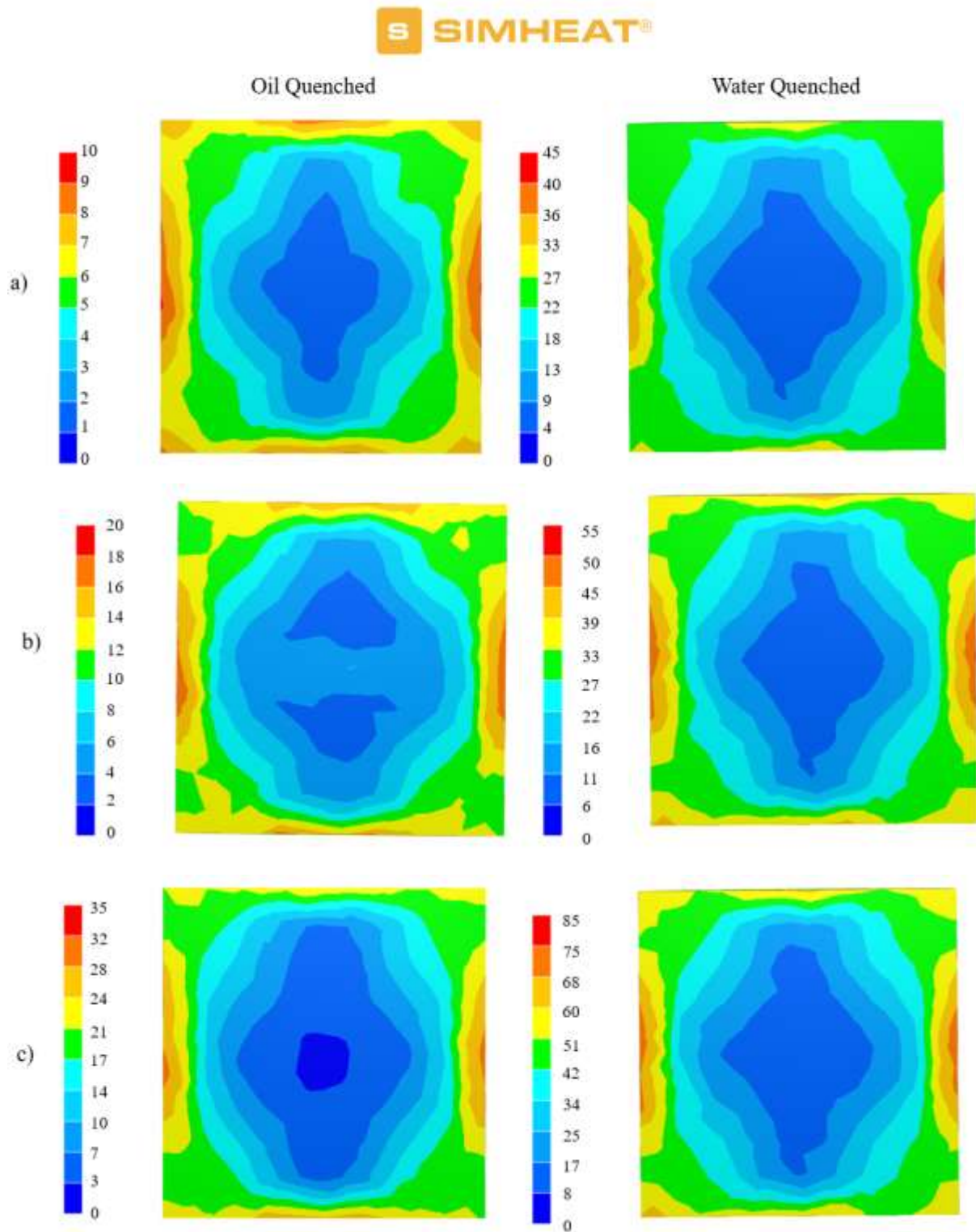


Figure 3. von Mises stress distribution of oil and water quenched AISI 4140 steel for a) non b) moderate c) strong agitation conditions.

As expected, the stress distribution varies from the inner part to the outer part of the steel. Since the outer surface cools first, the outer part of the steel surface transforms to martensite during the quenching process. Therefore, it is possible to observe lower stress distribution on the inner part of the steel compared to the outer part.

Table 3. Maximum von Mises stresses for water and oil quenching in different conditions.

| | Oil Quench Maximum von Mises (MPa) | Water Quench Maximum von Mises (MPa) |
|---------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| Non agitated | 9.8 | 41.2 |
| Moderately agitated | 19 | 53.5 |
| Strongly agitated | 31.4 | 82 |

Due to the rapid phase transformation from austenite to martensite, there will be a volume expansion in the interior part of the steel, which can be expressed by compression stresses, and there will be a shrinkage/distortion on the outer surface of the steel, which can be expressed by tension stress [9,10]. It is crucial to design a suitable quenching process to minimize the residual stresses and distortions. Since oil can transfer heat quickly without the costs of significant distortions, it can be used as a quenching media for AISI 4140 steel. On the other hand, the water quenching process can lead to severe distortions due to its extreme cooling rates and rapid heat transfer [8].

4. CONCLUSIONS

In this work, the effect of quenching media (strong/moderate/non-agitated oil and water) on the microstructure, hardness, and stress distribution has been investigated using FEM for AISI 4140 steel.

- Quenching is an essential step to obtain the desired microstructural features and mechanical properties. It is significant to develop a suitable quenching process to minimize the residual stresses and distortions and maximize the desired properties.
- The microstructure becomes fully martensitic in all agitation conditions for water and oil quenched AISI 4140 steel.
- Hardness value was obtained as 647 HV in all agitation conditions for water and oil quenched AISI 4140 steel.
- The distribution of von Mises stresses from highest to lowest, water quenching can be described as strong/moderate/non-agitated cooling media, and oil can be described as strong/moderate/non-agitated cooling media.
- As a quenching media, oil is preferred for AISI 4140 steel. It provides uniform heat transfer throughout the quenching process. It shows sufficient cooling rates on the material without causing significant distortions compared to water.

REFERENCES

- [1] Yamanoglu, R., Bradbury, W., Olevsky, E. A., & German, R. M. (2013). Sintering and microstructure characteristics of 42CrMo4 steel processed by spark plasma sintering. *Metals and Materials International*, 19(5), 1029-1034.
- [2] Gurumurthy, B. M., Gowrishankar, M. C., Sharma, S., Kini, A., Shettar, M., & Hiremath, P. (2020). Microstructure authentication on mechanical property of medium carbon Low alloy duplex steels. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 5105-5111.
- [3] Fereiduni, E., & Banadkouki, S. G. (2014). Improvement of mechanical properties in a dual-phase ferrite–martensite AISI4140 steel under tough-strong ferrite formation. *Materials & Design (1980-2015)*, 56, 232-240.
- [4] Lerchbacher, C., Zinner, S., & Leitner, H. (2013). Direct or indirect: Influence of type of retained austenite decomposition during tempering on the toughness of a hot-work tool steel. *Materials Science and Engineering: A*, 564, 163-168.
- [5] Bhadeshia, H., & Honeycombe, R. (2017). *Steels: microstructure and properties*. Butterworth-Heinemann.
- [6] Sanij, M. K., Banadkouki, S. G., Mashreghi, A. R., & Moshrefifar, M. (2012). The effect of single and double quenching and tempering heat treatments on the microstructure and mechanical properties of AISI 4140 steel. *Materials & Design*, 42, 339-346.
- [7] Rana, M. B. R., Rana, M. K. M., & Rao, V. J. Study the effect of various quenching media on hardening behavior of EN 9 steel.
- [8] Hassan, S. B., Agboola, J. B., Aigbodion, V. S., & Williams, E. J. (2011). Hardening characteristics of plain carbon steel and ductile cast iron using neem oil as quenchant. *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, 10(2), 161-172.
- [9] Mühl, F., Klug, M., Dietrich, S., & Schulze, V. (2020). Improving the Inner Surface State of Thick-Walled Tubes by Heat Treatments with Internal Quenching Considering a Simulation Based Optimization. *Processes*, 8(10), 1303.
- [10] Deng, X., & Ju, D. (2013). Modeling and simulation of quenching and tempering process in steels. *Physics Procedia*, 50, 368-374.

Fe-Mn-C ÇELİĞİNİN CALPHAD METODOLOJİSİ İLE HESAPLANAN SİNERLEME SICAKLIĞININ MEKANİK ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

THE EFFECT OF SINTERING TEMPERATURE OF Fe-Mn-C STEEL CALCULATED BY CALPHAD METHODOLOGY ON MECHANICAL PROPERTIES

Yağız AKYILDIZ¹

¹Onatus Öngörü Teknolojileri, 41400 Kocaeli, Türkiye.

¹Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, 41001 Kocaeli, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6012-9795>

Yağız ARSLAN²

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, 34496 İstanbul, Türkiye.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2769-5215>

Hüseyin AYDIN³

³TÜBİTAK MAM, Malzeme Enstitüsü, 41001 Kocaeli, Türkiye.

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8600-2984>

Rıdvan YAMANOĞLU⁴

⁴Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, 41001 Kocaeli, Türkiye.

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4661-8215>

ÖZET

Son yıllarda otomotiv sektöründeki hafifleştirme çalışmaları sebebiyle yüksek mukavemetli düşük kesit alanına sahip çelik türleri üzerine yapılan çalışmaların sayısında artış gözlenmektedir. Yüksek mukavemetli çelik parçaların geliştirilmesinde alaşımlama veya proses optimizasyonları önemli bir yer teşkil etmektedir. Alaşım ve proses tasarımı kapsamında, malzemelerde arzu edilen çoklu faz yapısına uygun modellemeler gerçekleştirilmektedir. CALPHAD metodolojisi ile malzemelerin termodinamik, termokinetik, termofiziksel ve termomekanik karakterizasyonu yapılabilmektedir. Bu yapılan karakterizasyonlar ile malzemelerin sahip oldukları fazlar ve miktarları, kritik dönüşüm sıcaklıkları hesaplanabilmekte; karbürlerin oluşumu, difüzyon analizleri ve mekanik özellikler öngörülebilmektedir. Bu doğrultuda mevcut çalışma kapsamında, Fe-Mn-C çeliğinin toz metalurjisi ile üretiminde sinterleme sıcaklığının CALPHAD metodolojisiyle belirlenmesi ve sıcak pres ile yoğunlaştırılması hedeflenmiştir. Kimyasal kompozisyonu belirlenen Fe-Mn-C çeliğinin, Thermo-Calc yazılımının 2022a versiyonundaki TCFE12 termodinamik demir-çelik veri tabanı kullanılarak analizi gerçekleştirilmiştir. İlk olarak çeliğin kimyasal kompozisyonuna göre termodinamik katılaşma analizi gerçekleştirilerek, kritik dönüşüm sıcaklıkları ve oluşan fazlar belirlenmiştir. Bu analiz sonucunda, 890°C'de M₃C tipi karbürlerin yapıda çökelmeye başladıkları tespit edilmiştir. Belirlenen kritik dönüşüm sıcaklıklarına göre 850, 900 ve 950°C'de numuneler sıcak pres yöntemi ile sinterlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda sinterlenen numunelerin relatif yoğunlukları ölçülüp, aralarındaki mikroyapısal fark bu çalışma kapsamında tartışılmıştır. Sinterlenen numunelerin mikroyapıları

optik ve elektron mikroskobu kullanılarak incelenmiş, ardından numunelerin sertlik ve eğme testi ile mekanik özelliklerinin karakterizasyonu yapılmıştır. İncelenen mikroyapılar ile numunelerin gösterdikleri özellikler arasındaki bağlantılar ortaya konmuştur. Sinterleme sonrası oluşan homojen mikroyapının teyit edilmesi adına, iki farklı noktadan SEM/EDS kimyasal kompozisyon analizi alınmıştır. Yapılan testlerden yola çıkılarak, seçilen sinterleme sıcaklıklarının malzeme özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. 850 °C’de sinterlenmiş olan numuneler en düşük yoğunluğu ve eğme dayanımını göstermiştir. CALPHAD metodolojisini kullanan analizlerden elde edilen sonuçlar, yoğunluk ölçümü ve eğme testi ile belirlenen malzeme özellikleri ile uyum içerisinde.

Anahtar Kelimeler: Alaşım Tasarımı, CALPHAD Metodolojisi, Mangan Çelikleri, Toz Metalurjisi, Thermo-Calc

ABSTRACT

In recent years, there has been an increase in the number of studies regarding steels that exhibit high strength with less cross-sectional area for manufacturing more lightweight vehicles. Alloying and process optimization play an important role in the development of high-strength steels. Within the scope of alloy and process design, models suitable for materials that contain multiple phases can be developed. Thermodynamic, thermokinetic, thermophysical, and thermomechanical characterization of materials can be carried out with the CALPHAD methodology. With the help of these characterizations, some essential information such as quantities of phases in the material, critical transformation temperatures, and formation of carbides can be obtained. In this regard, the aim of the current study is to determine the sintering temperature of Fe-Mn-C steel utilizing the CALPHAD methodology and to densify it using the hot-pressing method. Analysis of the Fe-Mn-C steel was carried out by the 2022a version of Thermo-Calc software and TCFE12 thermodynamic iron-steel database. Firstly, the critical transformation temperatures and stable phases were calculated by performing thermodynamic solidification analysis according to the chemical composition of the steel. Results of the analysis indicate that M₃C started to precipitate in the structure at 890°C. Afterward, the samples were sintered by the hot-pressing method at 850, 900, and 950°C according to the determined critical transformation temperatures by the analysis. The relative densities of the samples sintered at different temperatures were measured and the difference between them regarding resulting microstructure was discussed in this study. The microstructures of the sintered samples were examined using optical and electron microscopy, and then the mechanical properties of the samples were characterized by hardness and bending tests. Results were explained considering the examined microstructures. Based on the characterizations carried out, the effect of the selected sintering temperatures on the material properties was investigated. The samples sintered at 850°C showed the lowest density and bending strength. Results from the thermodynamic analyzes using the CALPHAD methodology agree with the properties determined by density measurements and bending tests.

Keywords: Alloy Design, CALPHAD Methodology, Manganese Steel, Powder Metallurgy, Thermo-Calc

1.GİRİŞ

Otomotiv, havacılık, uzay, medikal ve savunma sanayi gibi endüstrilerde yüksek dayanıma sahip parçaların üretimi için toz metalurjik prosesler gittikçe artan bir şekilde tercih edilmektedir. Toz metalurjik üretim yöntemleri geleneksel üretim yöntemlerine nazaran birçok avantaj sağlamaktadır [1, 2]. Bunlardan bazıları: Net şekilli parça üretimi, yüksek yüzey kalitesi ve daha uygun maliyetlerde malzeme kullanımınıdır. Ayrıca çeşitli toz üretim yöntemlerinde, partikül üretimi sırasındaki hızlı katılaşmadan dolayı nihai parçalarda yüksek mukavemet elde edilmesi oldukça önemlidir [3, 4]. Son yıllarda otomotiv ve havacılık endüstrisi için yüksek mukavemetli çelik parçalar toz metalurjik prosesler ile başarıyla üretilmiş ve

kullanıma sunulmuştur. Demir esaslı malzemelerden yapılan yüksek mukavemetli parçaların üretimi, alaşımlama ve proses parametrelerinin optimizasyonu ile gerçekleştirilmektedir [5, 6].

Toz metalurjik proseslerde basınç destekli sinterleme yöntemleri ile daha yüksek dayanıma sahip parçalar elde edilmektedir. Basınç destekli sinterleme yöntemlerinde malzeme üretimi için daha düşük sinterleme sıcaklıkları ve süreleri kullanılmaktadır. Böylece daha az enerji maliyeti ile daha kısa sürelerde yüksek yoğunluğa ulaşılabilir ve sonuç olarak daha yüksek dayanıma sahip parçalar üretilebilir [7-10]. Demir esaslı malzemelerde genellikle Ni ve Mo gibi elementler ile alaşımlama yapılarak yüksek mukavemet eldesi sağlanmaktadır. Fakat son yirmi yılda yüksek maliyetlerden dolayı Ni ve Mo ile yapılan alaşımlamaya alternatif arayışları olmuş ve bu açıdan bakıldığında daha düşük maliyetli olan Cr ve Mn tercih edilir hale gelmiştir. Ayrıca birçok akademik çalışmada yüksek toksik özelliğinden dolayı Ni yerine Mn ikamesi önerilmektedir [11-13].

Malzemelerin mukavemetleri, özellikle alaşım elementlerinin etkileşimi ile oluşan ikincil fazlar/çökeltiler; karbürler ve nitrürler sayesinde artmaktadır [14]. Alaşımlama açısından 1970'li yıllarda Larry Kaufman öncülüğünde geliştirilen CALPHAD metodolojisi dikkat çekmektedir. CALPHAD metodolojisine göre, ikili ve üçlü elementel sistemlerdeki termodinamik verilerden yola çıkarak, çok bileşenli sistemlerin termodinamik analizleri yapılmaktadır [7, 15]. Bu metodoloji ile termodinamik analizi yapılan sistemde oluşan ikincil fazların, karbürlerin, intermetaliklerin ve çökeltilerin miktarları, bileşenleri ve oluşum sıcaklıkları belirlenebilmektedir. Bu sayede malzemelerin üretim prosesleri de tasarlanabilmektedir [16-19].

Yüksek Mn ve C oranlarına sahip Fe-Mn-C çelikleri, yüksek mekanik özellikleri, çeşitli alaşım elementleri ilavesi ile düşük yoğunluk değerleri ve yüksek korozyon dayanımlarından dolayı otomotiv uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [20]. Fosil yakıtlı araçların çalışması sonucunda atmosfere yayılan zararlı gazların çevrede neden olduğu kirlilik, artan enerji kıtlığı ve yeni nesil çevreci araçların piyasaya sunulması ile yüksek mukavemetli çeliklere olan talepler artmıştır [21].

Bu çalışmada, Fe-Mn-C çeliğinin Thermo-Calc yazılımı 2022a versiyonu, TCFE12 termodinamik demir veri tabanı ile termodinamik analizi yapılmıştır. Bu analizle beraber, alaşım elementlerinin birbirleri ile olan etkileşimleri sonucunda oluşan fazlar, bu fazların bileşenleri ve kritik dönüşüm sıcaklıkları belirlenmiştir. Üç farklı sinterleme sıcaklığında (850, 900 ve 950°C) sinterlenen numunelerin mikroyapısal karakterizasyonları optik ve taramalı elektron mikroskopunda gerçekleştirilmiştir. Başta otomotiv endüstrisi olmak üzere birçok sektör için önem arz eden, toz metalurjik yöntemle üretilmiş Fe-Mn-C çeliği üzerine odaklanılmış, elde edilen sonuçlarla termodinamik analizler arasında bağlantı kurularak CALPHAD metodolojisi ile güvenilir sonuçlar elde edilebileceği orataya konmuştur.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Deneyel çalışmada Tablo 1'de verilen bileşimi elde etmek için elementel demir, mangan ve grafit tozu kullanılmıştır. Bu tozlardan homojen bir karışım elde etmek amacıyla bilyalı değirmen ile karıştırma işlemi yapılmıştır.. Al₂O₃ bilyalar ile yapılan mekanik karıştırma işlemi bir saat uygulanmıştır.

Tablo 1. Fe-Mn-C çeliğinin kimyasal kompozisyonu (% kütle)

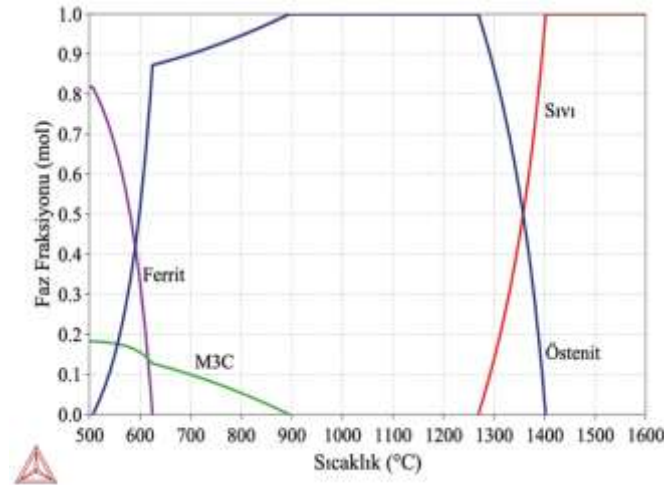
| C | Mn | Fe |
|-----|------|-------|
| 1.2 | 12.8 | Kalan |

Elementel tozlar ile hazırlanan Fe-C-Mn çeliğinin sinterlenmesi için gerekli sıcaklık ve faz bilgileri CALPHAD metodolojisi kullanılarak hesaplanmıştır. CALPHAD metodolojisinde alaşımı oluşturan elementlerin termodinamik verilerinden, alaşımın faz karakterizasyonu yapılmaktadır. Fe-C-Mn çeliğinin sinterleme çalışmasında, Thermo-Calc yazılımının 2022a versiyonundaki TCFE12 veri tabanı kullanılmıştır. Mekanik olarak karıştırılan tozlar, basınç destekli sinterleme prosesi ile yoğunlaştırılmıştır.

Sinterleme işlemi DIEX VS50 marka cihazda gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan karışımlar 850, 900 ve 950°C'de 1 saat süre ile 10^{-4} mbar vakum atmosferinde sinterlenmiştir. Üretim sonrasında 4 mm yüksekliğinde 20 mm çapında silindirik numuneler elde edilmiştir. Elde edilen numunelerin Arşimet prensibi ile yoğunlukları ölçülmüştür. Yoğunluk ölçümünde AND GR-200 marka hassas terazi kullanılmıştır. Numunelerin mikroyapısal ve mekanik karakterizasyonlarının yapılması için metalografik işlemler, TURKYUS marka zımparalama ve parlatma cihazında gerçekleştirilmiştir. Zımparalama işlemi 320, 600, 1000 ve 2000 meshlik SiC zımpara kağıtları kullanılarak yapılmış ardından numunelerin yüzeyleri 9, 6, 3 ve 1 mikronluk elmas solisyon kullanılarak parlatılmıştır. Numuneler %3'lük Nital dağlayıcısı ile numuneler 3 saniye boyunca dağlanmıştır. Mikroyapısal karakterizasyonlar, Olympus BX35M optik mikroskop ve Hitachi SU7000 SEM ile yapılmıştır. Ayrıca, sinterlenen numunelerin mikroyapısal özellikleri ile mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemek adına vickers sertlik ve üç nokta eğme testleri gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

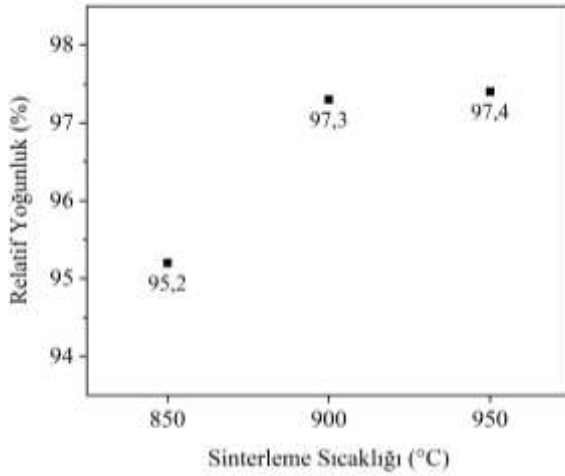
Fe-12.8Mn-1.2C çeliğinin termodinamik karakterizasyonu sonucunda elde edilen sıcaklığa bağlı faz fraksiyon diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. Saf demire ilave edilen Mn ve C alaşım elementleri, östenit fazını kararlı hale getirmektedir [22]. Şekil 1'de görüldüğü gibi Fe-Mn-C çeliği için 1401°C'de östenitik katılaşma başlamaktadır. Fe-Mn-C çeliğinin sıvı fazdan katılaşması denge koşullarına göre 1267°C'de sonlanmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre Fe-Mn-C çeliğinin, 134°C'lik bir katılaşma aralığına sahip olduğu belirlenmiştir. Fe-Mn-C çeliğinde, östenit fazı 369°C'lik bir aralıkta kararlı olmaktadır. Östenit fazı daha sonra M_3C tipi karbür ve ferrit fazlarına dönüşmektedir. Sıcaklığın azalması ile birlikte 890°C'de, östenit fazı içerisinde M_3C tipi karbürler çökmeye başlamaktadır. Fe ve Mn elementleri, C ile 3:1 stokiyometrik oranla M_3C tipi karbürleri oluşturmaktadır. Östenit fazı içerisinde sıcaklığın azalması ile birlikte $(Fe,Mn)_3C$ karbürleri çökmeye devam ederken, 625°C'de ferrit fazı oluşmaya başlamaktadır. Sıcak pres ile 850°C'de sinterlenen tozların faz analizine göre yapı içerisinde termodinamik olarak %97 östenit fazı ve %3 M_3C karbürleri kararlı olurken; 900 ve 950°C'de sinterlenen tozlarda ise %100 östenit fazı kararlı olmaktadır.



Şekil 1. Fe-12.8Mn-1.2C çeliğinin sıcaklığa bağlı faz fraksiyonu

3.1 Mikroyapısal Karakterizasyon

Fe-Mn-C çeliğinin sinterleme sonrasındaki relatif yoğunluk değerleri Şekil 2’de verilmiştir. Sinterleme sıcaklığının artması ile beklendiği gibi Fe-Mn-C çeliğinin yoğunluğu artmıştır. En yüksek nihai yoğunluk değeri 950°C’de sinterlenen çelikte, 7.66 g/cm³ olarak elde edilmiştir. Thermo-Calc yazılımı ile hesaplanan Fe-Mn-C çeliğinin sıcaklığa bağlı faz fraksiyonu diyagramına göre 850°C’de östenit fazı ve (Fe,Mn)₃C karbürü, 900 ve 950°C’de ise tek faz östenit kararlı olmaktadır. Hesaplamalı malzeme mühendisliği çözümleri ile malzemelerin sıcaklığa bağlı termofiziksel karakterizasyonu yapılabilmektedir. Fe-Mn-C çeliğinin 25°C’deki teorik yoğunluğu 7.87 g/cm³ olarak hesaplanmıştır. Termodinamik karakterizasyona göre yapı içerisinde östenit, ferrit fazı ve M₃C karbürleri oluşmaktadır. Fe-Mn-C çeliği içerisindeki (Fe,Mn)₃C karbürünün yoğunluğu 7.58 g/cm³, ferrit fazının ise 7.85 g/cm³’tür. 850°C’de östenit fazı ve (Fe,Mn)₃C fazı kararlı olmaktadır. Dolayısıyla sinterleme sonucunda elde edilen yoğunluk değerinin düşük olmasının bir diğer nedeni de sinterleme sırasında çökelen M₃C karbürlerinin çeliğin yoğunluğunu düşürmesidir. 900 ve 950°C’de sinterlenen Fe-Mn-C çeliğinde östenit fazı kararlıdır. Östenit fazının 25°C’deki teorik yoğunluğu 7.97 g/cm³’tür. Yüksek sıcaklıkta sinterlenerek üretilen numunelerde elde edilen yoğunluk değerinin yüksek olmasının bir diğer nedeni de sinterleme sıcaklıklarında östenit fazının kararlı olmasıdır. Bunlara ilave olarak esas neden tabiki yükselen sıcaklıkla artan difüzyon etkisi ile gözeneklerin kaybolmasıdır.

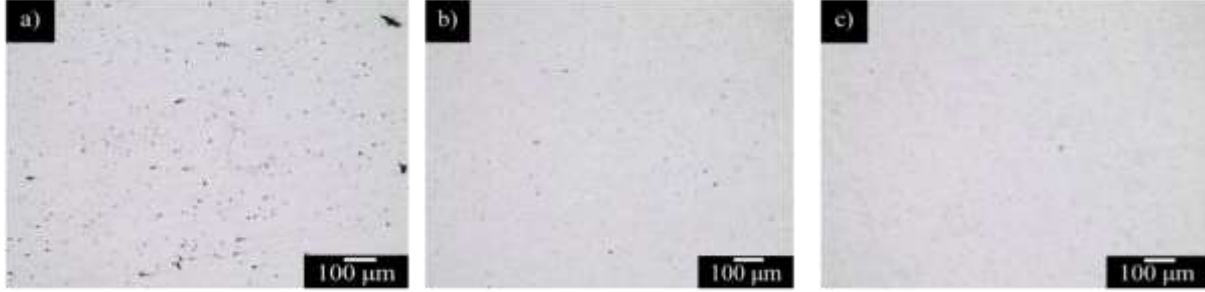


Şekil 2. Sinterleme sıcaklığına bağlı olarak elde edilen relatif yoğunluk değerleri

Şekil 3’te Fe-Mn-C çeliğinin farklı sıcaklıklarda sinterleme sonrasında elde edilen parlatılmış konumdaki mikroyapı görüntüleri verilmiştir. Artan sinterleme sıcaklığı ile çeliğin yoğunluk değeri de artmıştır. Sıcaklığın artması ile atomik mobilitede artış meydana gelmektedir. Demir elementi östenit fazında kristal sisteminden kaynaklı olarak daha fazla element çözmektedir. Bu sebeple, 898°C’de tek faz östenit alanına geçen çelikte demir elementinin çözünürlüğü de artmaktadır. 850°C’de çelik içerisinde östenit ve (Fe, Mn)₃C fazları kararlıdır. Bu sıcaklıkta sinterleme prosesinde demir ve mangan elementleri karbür de oluşturacağından difüzyon ile Kirkendall boşluklarının oluşması da mümkündür [23] . Artan sinterleme sıcaklığıyla birlikte, Şekil 3’te porozite miktarının azaldığı görülmektedir.

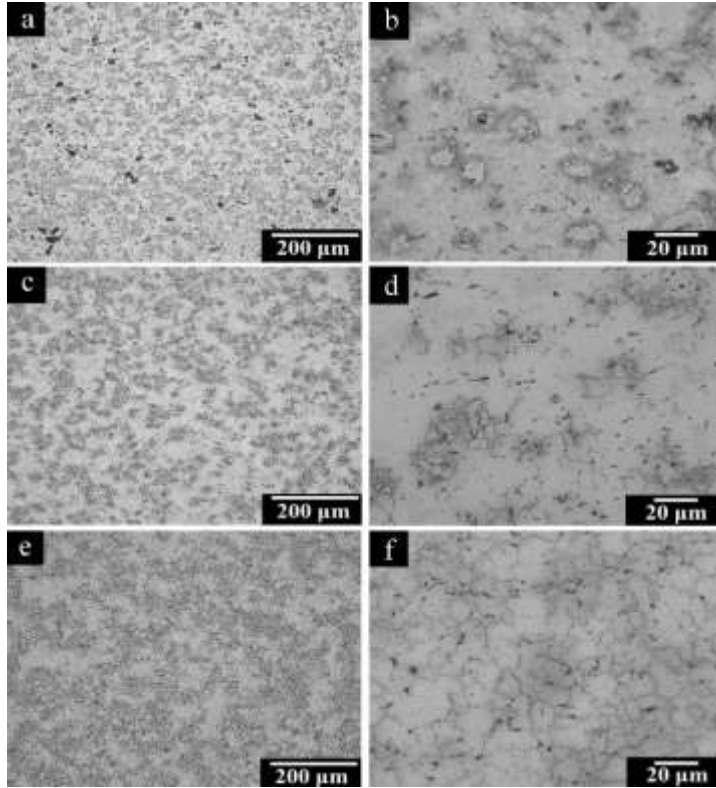
Döküm ile üretilen Fe-Mn-C çeliklerinde, yavaş soğuma etkisi ile kaba taneler ve tane sınırlarında iri ve sürekli formda karbürler oluşmaktadır. Mangan çeliklerinde 900-400°C arasında yavaş soğuma ile kırılğan karbürler de meydana gelebilmektedir. Bu karbürlerin, yavaş ısıtma ve soğutma sırasında çökeldikleri literatür çalışmalarında görülmüştür. Thermo-Calc yazılımı ile hesaplanmış olan Şekil 1’deki sıcaklığa bağlı katılma ve faz oluşum diyagramında da görüldüğü gibi, M₃C (Fe,Mn)₃C tipi karbürlerin oluşumu 890°C

civarında görülmektedir. Sıcaklığın 890°C 'nin altına inmesi ile Fe-Mn-C çeliğinde karbür fazının da oluşabileceği görülmektedir.

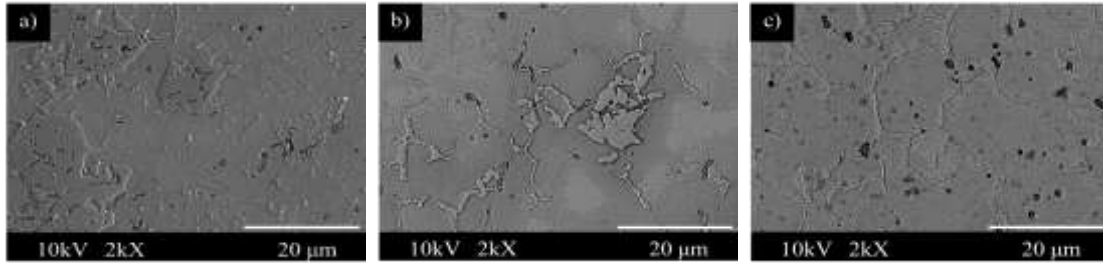


Şekil 3. Farklı sıcaklıklarda sinterlenen Fe-Mn-C çeliğinin parlatılmış konumdaki görüntüleri a) 850°C b) 900°C c) 950°C

Sinterlenmiş numunelerin dağlanmış konumda görüntüleri Şekil 4'te verilmiştir. Artan sinterleme sıcaklığı ile çözünürlüğün de artmasıyla birlikte daha homojen bir yapının oluştuğu görülmüştür. 850°C 'de sinterlenen numunelerde termodinamik olarak karbür ve östenit fazının kararlı olması ve sinterleme sıcaklığının yetersiz olmasından kaynaklı homojen bir yapı elde edilememiştir. Sinterleme sıcaklığının artması ile difüzyon ve sinterleme için itici gücün artması sağlanmıştır [24]. Artan sıcaklık ile demir elementi içerisinde karbon ve mangan çözünürlüğü de artmaktadır. Böylece 890°C üzerinde yapılan yoğunlaştırma prosesinde artan sıcaklık ile daha homojen ve iri taneli bir mikroyapının elde edilme olasılığı da artmaktadır. Şekil 4'te daha yüksek büyütmeye sahip mikroyapı görüntülerinde ise, partikül sınırlarında bir arada bulunan karbür ağlarındaki azalma açıkça görülmektedir. 950°C 'de sinterlenen çelikte karbon ve mangan daha kolay difüze olmuşlardır. Böylece daha homojen bir mikroyapı elde edilmesini sağlamıştır. Şekil 5'te verilen SEM görüntüleri ise yüksek büyütme sağlayarak karbür ağlarındaki ayrışmayı ve azalmayı daha net bir şekilde göstermektedir. 850°C 'de toplu halde ve koyu görünen karbürü yapılar, 950°C 'ye çıkıldığında incelmışlerdir. Toz metalurjik işlemlerle üretilen çeliklerde, farklı soğuma rejimleri ve yöresel kimyasal kompozisyon farklarından kaynaklı mikroyapıda birçok farklı faz aynı anda görülebilmektedir.



Şekil 4. Farklı sinterleme sıcaklıklarına göre Fe-Mn-C çeliğinin düşük ve yüksek büyütmede çekilmiş dağlanmış görüntüleri a-b) 850°C c-d) 900°C e-f) 950°C



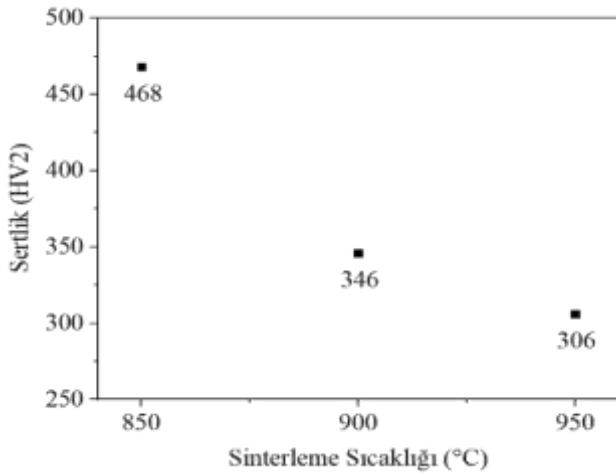
Şekil 5. Farklı sinterleme sıcaklıklarına göre Fe-Mn-C çeliğinin SEM görüntüleri a) 850°C b) 900°C c) 950°C

3.2 Mekanik Karakterizasyon

Fe-Mn-C çeliği özelinde farklı sinterleme sıcaklıklarının mekanik özellikler üzerine etkisinin incelenmesi için sertlik ve eğme testi yapılmıştır. Metalografik olarak hazırlanan numunelerin kesitindeki 5 farklı bölge, 2 kg yük altında 20 s boyunca sertlik testine tabi tutulmuştur. Farklı sıcaklıklarda sinterlenen numunelerin HV2 sertlik testi sonuçları Şekil 6'da verilmiştir. Sinterleme sıcaklığının artması ile Fe-Mn-C çeliğinin sertlik değerleri düşmüştür. Şekil 1'de hesaplanan sıcaklığa bağlı faz fraksiyon diyagramlarına göre, sinterleme sıcaklıklarında oluşan fazların sertlik üzerine etkileri görülmektedir. 850°C'de sinterlenen numunelerde $(Fe,Mn)_3C$ karbürleri ve östenit fazı kararlıdır. Bu sıcaklıkta sinterlenen çelikte hacimce %3 karbür ve %97 östenit fazı bulunmaktadır. 900 ve 950°C'de sinterlenen numunelerde yapıda, %100 östenit

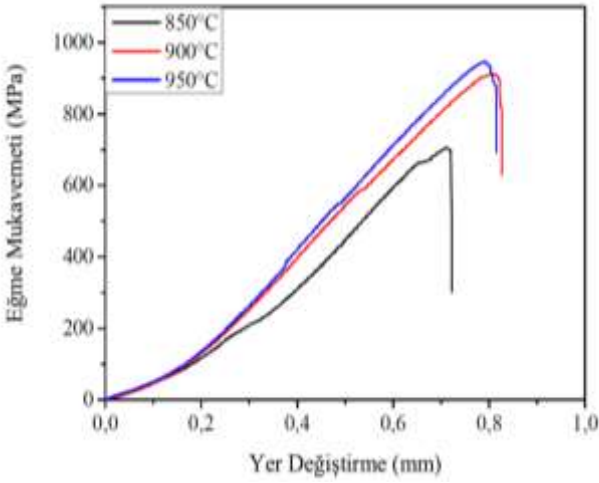
fazı kararlı olmaktadır. Östenit fazındaki çözünürlüğün artması ile mangan ve karbon atomları demir kristal sisteminde daha çok çözünmesi, böylece çelik içerisindeki karbürler çözünürken, sertlik değerinde düşmesi beklenir.

Kocabekir ve arkadaşları, GX120Mn12 çeliğine farklı sıcaklıklarda ısıtma işlemi uygulayıp mikroyapısını ve mekanik özelliklerini inceleyerek, sonuçları R260 ray çeliği ile karşılaştırmışlardır. Döküm halindeki malzemenin soğuma hızına bağlı olarak tane sınırı ve tane içerisinde karbürlerin oluşmasından dolayı sertlik değerini 363HV1 olarak ölçmüşlerdir. 950, 1050 ve 1150°C'de 30 dakika östenitleme işlemi yapıp su verilen çeliklerin sertlik değerleri sırasıyla 348, 336 ve 345 HV1 olarak ölçülmüştür [25]. 850°C'de sinterlenen numunelerde karbür fazının oluşumu ve yapılan termodinamik hesaplamalar sonucunda, çelik içerisinde M₃C tipi karbürlerin oluşması ile sertlik değerinin 900 ve 950°C'de sinterlenen numunelerden daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 6. Farklı sinterleme sıcaklıklarına göre Fe-Mn-C çeliğinin sertlik sonuçları

Fe-Mn-C çeliğinde farklı sinterleme sıcaklıklarının mekanik özelliklere olan etkisini anlamak için 3 nokta eğme testleri yapılmıştır. Şekil 7'de Fe-Mn-C çeliğinin % uzamaya bağlı olarak eğme mukavemeti diyagramları verilmiştir. Elde edilen eğme mukavemeti değerleri sırasıyla; 706, 914 ve 946 MPa'dır. 850°C'de sinterlenen ve hacimce %3 (Fe,Mn)₃C karbür içeren çelikte oluşan sementit tipi karbürler, test sırasında hasarın o bölgelerden başlayarak numunelerin daha düşük mukavemetlerde kırılmasına neden olmaktadır. 900 ve 950°C'de ise Thermo-Calc yazılımına göre çelik %100 östenittir. Dolayısıyla yüksek sıcaklıkta demir kristal sisteminde karbon ve mangan çözünür halde bulunarak çeliğin eğme mukavemetini yükseltmektedir. Eğme testinde, porozitesi yüksek olan malzemelerin kırılması daha kolay olacaktır. Sinterleme sıcaklıklarının artması ile, çeliğin içerisindeki porozite miktarı da azalmaktadır. Böylece eğme mukavemeti de bu doğrultuda artmıştır.



Şekil 7. Farklı sıcaklıklarda sinterlenen Fe-Mn-C çeliğinin eğme sonuçları

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüz teknolojisinde otomotiv, havacılık, uzay ve savunma sanayinde yeni nesil alaşımlar ile yüksek mukavemetli malzemelerin üretimi önem arz etmektedir. Bu süreçte güvenilir termodinamik ve termokinetik verilerin kullanımı hususunda, CALPHAD metodolojisi bir ışık tutmaktadır. Bu deneysel çalışmada Thermo-Calc yazılımı 2022a versiyonundaki TCFE12 veri tabanı kullanılarak Fe-Mn-C çeliğinin termodinamik karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan termodinamik karakterizasyona göre kritik dönüşüm sıcaklıkları hesaplanmış, fazlar hakkında öngörüler elde edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar ortaya konmuştur.

- CALPHAD metodolojisinin kullanımı ile alaşımların termodinamik karakterizasyonu sonucunda güvenilir veriler elde edilmektedir.
- CALPHAD metodolojisi ile elde edilen kritik sıcaklıkların üretim ve malzeme özellikleri üzerindeki etkisi mekanik karakterizasyon ile ortaya konmuştur.
- Sinterleme sıcaklığının artması ile beklendiği gibi yoğunluk değerleri artmıştır.
- CALPHAD metodolojisi ile sinterleme için proses parametreleri belirlenebilmektedir. Böylece östenit yapıcı olan Mn ve C alaşım elementlerinin yüksek çözünürlük içeren östenit alanında sinterlenmesi için gereken minimum sinterleme sıcaklığı hesaplanmıştır.
- Sıcaklık arttıkça daha homojen bir yapı elde edildiği ve partikül sınırlarında çökelen karbürlerde gözle görülür bir azalma gerçekleştiği optik mikroskop ve SEM karakterizasyonları ile doğrulanmıştır.
- Sinterleme sıcaklığının artması ile çelik içerisinde çözünen karbürlerden ve kabalaşan tane yapısından dolayı Fe-Mn-C çeliğinin sertlik değeri düşmektedir.
- 850°C'de sinterlenen numunede düşük yoğunluk ve karbür oluşumundan dolayı eğme testi sırasında çeşitli stres bölgeleri oluşmasıyla Fe-Mn-C çeliğinin eğme mukavemetinin 900 ve 950°C'de sinterlenen numunelerden düşük olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

1. Danninger, H., et al., Comparison of Mn, Cr and Mo alloyed sintered steels prepared from elemental powders. *Powder Metallurgy*, 2005. 48(1): p. 23-32.
2. Arulmani, L., et al., Hot powder forging behavior analysis of sintered AISI 8740 PM steels for automotive application. *Materials Today: Proceedings*, 2020. **28**: p. 1068-1072.
3. Yamanoglu, R., In situ aluminum alloy coating on magnesium by hot pressing. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, 2015. 28(8): p. 1059-1064.
4. Yamanoglu, R., et al., Microstructural investigation of as cast and PREP atomised Ti–6Al– 4V alloy. *Powder metallurgy*, 2011. 54(5): p. 604-607.
5. Manchili, S.K., et al., Comparative study on the densification of chromium pre-alloyed powder metallurgy steel through nanopowder addition using design of experiments. *Results in Materials*, 2021. 10: p. 100173.
6. Silveyeh, Z., et al., Mechanical properties and fracture modes of thin butt-joined aluminum-steel blanks for automotive applications. *Journal of Manufacturing Processes*, 2020. **59**: p. 456-467.
7. Akyıldız, Y., Öztürk O., and Simsar B., Al-10Si-xMg Alaşımının CALPHAD Metodolojisi ile Termodinamik Karakterizasyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2021. 25(3): p. 699-704.
8. Yamanoglu, R., Pressureless spark plasma sintering: A perspective from conventional sintering to accelerated sintering without pressure. *Powder Metallurgy and Metal Ceramics*, 2019. 57(9): p. 513-525.
9. Yamanoglu, R., M. Zeren, and R.M. German, Solidification characteristics of atomized AlCu4Mg1-SiC composite powders. *Journal of Mining and Metallurgy B: Metallurgy*, 2012. 48(1): p. 73-79.
10. Ertugrul, O., et al., Laser cladding of TiC reinforced 316L stainless steel composites: Feedstock powder preparation and microstructural evaluation. *Powder Technology*, 2020. 375: p. 384-396.
11. Zanon, M., et al., Sintering atmospheres effects on newly developed low-alloy manganese steel powders for structural applications. *Metal Powder Report*, 2016. 71(4): p. 252-257.
12. Šalák, A. and M. Selecká, *Manganese in powder metallurgy steels*. 2012: Springer Science & Business Media.
13. Zanon, M., et al. The Role of Nickel in Newly Developed Cu-Mo-Mn-Ni Low Alloyed Steel for PM Structural Parts. in *PM2014 World Congress on Powder Metallurgy & particulate Materials*. 2014.
14. Abolhasani, D., et al., Selective laser melting of AISI 304 stainless steel composites reinforced by Al₂O₃ and eutectic mixture of Al₂O₃–ZrO₂ powders. *Materials Science and Engineering: A*, 2019. 763: p. 138161.
15. Liu, C., et al., Designing a high Si reduced activation ferritic/martensitic steel for nuclear power generation by using Calphad method. *Journal of materials science & technology*, 2019. 35(3): p. 266-274.
16. Zhang, Y., et al., Effective design of new austenitic cast steels for ultra-high temperature automotive exhaust components through combined CALPHAD and experimental approaches. *Materials Science and Engineering: A*, 2017. 683: p. 195-206.
17. Zhang, Y. and J. Yang, CALPHAD-based alloy design of cast austenitic heat-resistant steels with enhanced strength at 1000° C. *Calphad*, 2019. 67: p. 101679.

18. Cha, S.C., et al., CALPHAD-based alloy design for advanced automotive steels–Part II: Compositional and microstructural modification for advanced carburizing steels. *Calphad*, 2016. 54: p. 172-180.
19. Cha, S.C., et al., CALPHAD-based alloy design for advanced automotive steels–Part I: Development of bearing steels with enhanced strength and optimized microstructure. *Calphad*, 2016. 54: p. 165-171.
20. Jacob, R., S.R. Sankaranarayanan, and S.K. Babu, Recent advancements in manganese steels–A review. *Materials Today: Proceedings*, 2020. 27: p. 2852-2858.
21. Kim, K.-W., et al., Characterization of microstructural evolution in austenitic Fe-Mn-Al-C lightweight steels with Cr content. *Materials Characterization*, 2020. 170: p. 110717.
22. Li, D., et al., The role of Mn on twinning behavior and tensile properties of coarse-and fine-grained Fe–Mn–C twinning-induced plasticity steels. *Materials Science and Engineering: A*, 2020. 789: p. 139586.
23. De Albuquerque Vicente, A., et al., Study of the high temperature oxidation and Kirkendall porosity in dissimilar welding joints between FE-CR-AL alloy and stainless steel AISI 310 after isothermal heat treatment at 1150 C in air. *Journal of Materials Research and Technology*, 2019. 8(2): p. 1636-1644.
24. Kuyucak, S., R. Zavadil, and V. Gertsman, Heat-treatment processing of austenitic manganese steels. *Revista de Turnatorie(Romanian Foundry Journal)*, 2004. 10(11): p. 11-14.
25. Kalyoncuoğlu, B., Mantarı sertleştirilmiş rayların kırılma mekaniği özelliklerinin incelenmesi. 2017, Fen Bilimleri Enstitüsü.

THEORETICAL SUBSTANTIATION OF EMPIRICAL STUDYING OF VERBAL COGNITIVE PROCESSES OF SPECIALISTS BASED ON THE SHANNON LAW OF INFORMATION CONSERVATION AND ENTROPY

Ospanova Bikesh Revovna

Karaganda Technical University, Kazakhstan, Karaganda

ORCID ID: 0000-0001-8070-2181

Kazhikenova Saule Sharapatovna

Karaganda Technical University, Kazakhstan, Karaganda

ORCID ID: 0000-0002-6937-1577

Seilkhanova Ainur Yergalievna

E.A. Buketov Karaganda University, Kazakhstan, Karaganda

ORCID ID: 0000-0002-9087-868X

ABSTRACT

The article discusses algorithmic methods for studying the processes of verbal cognitive processes of specialists from the standpoint of information theory, when entropy in oral speech serves as a measure of uncertainty, chaos and disorder. The significance and importance of empirical research on the application of information theory to oral speech utterance is emphasized, and a theoretical justification is given based on the law of conservation of the sum of information and Shannon entropy. The authors note the universality of Shannon entropy, which served as an incentive for this study. Shannon's introduction of entropy as a measure of information made it possible to work with information, measure it, and calculate its characteristics. The purpose of the article is to show the calculation of information entropy in oral speech, expressed by a single information characteristic, with the degree of determination of an ideal hierarchical system at each level of self-organization according to the Shannon formula. The relevance of the research is explained by the substantiation of the model of professional communication, reproducing the general principles of constructing an oral utterance based on entropy analysis. The entropy indicator demonstrates the quantitative measurement of the ordering of information in oral speech (text): the higher the index, the less ordered the text as a system; hence it follows that there is more chaos in the system, more deviations from the "ideal" development. It should be noted the effectiveness and prospects of an integrative approach in the study of speech communication, including linguistic and mathematical methods and computer technologies, which allows us to develop a clear algorithm of sequential actions necessary to accurately measure the level of speech culture of a specialist based on the law of conservation of the sum of information and Shannon entropy.

Keywords: entropy, speech diagnostics, concept, information, language redundancy, linguosynergetics, symbol.

INTRODUCTION

At present, the verbal and cogitative activity of a specialist contributes to the disclosure of his or her career, competence, presentability, self-realization and the development of other professional qualities. The effectiveness of decision-making in professional activities and the qualitative and quantitative assessment

of the speech competence of a specialist are in close connection.

In this regard, the authors set the task of developing algorithmic methods of studying the processes of verbal and cogitative activity of a specialist. To solve this problem, the authors propose using the method of mathematical modeling the verbal and cogitative activity using computer technologies. The task is set to develop an empirical study algorithm based on interdisciplinary research in the fields of linguistics, mathematics, and information theory.

The method that has been undertaken for studying the processes of the verbal and cogitative activity of a specialist includes modeling the types of presentation of information: oral and written texts, linguistic and speech expression of mental activity, types of speech connection. The theoretical substantiation of this empirical research is based on the Shannon law of conservation of the sum of information and entropy [1]. The main theorem of information theory representing the law of conservation of the sum of information and entropy, is based on the assumption that the transmitted message is well organized, consistent and characterized by relatively low and determinable degrees of entropy and redundancy [2].

The universality of Shannon entropy served as a stimulus to study the processes of verbal and cogitative activity in linguistics. Although the information encoding strategies of individual languages can vary considerably around the world, they all must comply with the fundamental principles of information transfer.

METHODS AND MATERIALS

The success of the work is largely determined by the choice of research methods that allow you to solve the tasks and achieve the goal. The main research methods are theoretical analysis of the problem, mathematical and statistical methods of analysis and synthesis of the results obtained.

RESULTS AND DISCUSSION

The growing interest in measuring the morphological complexity of typologically diverse languages poses more and more problems for both theoretical and applied linguistics, especially in the field of natural language processing. In this study, the authors tried to identify the speech diagnostics of specialists with the theoretical justification based on the use of the fundamental law of conservation of the sum of information and entropy. By definition, the Shannon entropy is the sum of the products of the probability of the system state and the binary logarithm of this probability taken with the opposite sign. For the convenience of calculating the entropy of messages transmitted in binary code, Shannon uses the natural logarithm \ln by the logarithm with the binary base \log_2 :

$$H = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

where p_i is the probability of detecting the element N , $\sum_{i=1}^N p_i = 1$.

The Shannon concept allowed building a fundamental theory that has received wide recognition, great practical application and continues to be intensely developed. The binary logarithm reflects the situation of choice and sets the dimension of the unit of information and information entropy in bits per element.

The limit of changing the function given by equality (1) is zero, when one of the elements has the detection probability equal to one, and the rest ones are zero, and for the case when the detection probabilities of all the features are the same:

$$p_i = \frac{1}{N}, \sum_{i=1}^N p_i = 1:$$

$$H_{\max} = \log_2 N. \quad (2)$$

Despite the success of applying the entropy-information approach to the analysis of self-organizing systems, it will be incomplete if it is based on taking into account only one symbol. Accounting for other symbols, although it will significantly complicate the proposed approach, nevertheless does not present any fundamental difficulties, because it more fully corresponds to the Shannon information entropy that was designed specifically to take into account the most diverse elements of a set in a self-organizing system.

The word choice is a fundamental property of natural languages. It underlies quantitative linguistics, computational linguistics, and language sciences in general. The information theory gives us the tools to measure accurately the average number of choices associated with words: the entropy of a word.

We present two main conclusions.

Firstly, the word entropy shows a relatively narrow, unimodal distribution. In our example, there is no language with a unigram entropy of less than six bits/word. We argue that this is consistent with information-theoretic models of communication.

Secondly, there is a strong linear relationship between the entropy of unigrams and the rate of entropy.

In other words, knowledge of the previous text reduces the uncertainty of words by approximately the same amount for different languages of the world. There is a strong linear relationship between the entropy of unigrams and the rate of entropy.

Symbols are the building blocks of information. When combined with strings, they cause surprise and uncertainty as a consequence of the choice. This is the fundamental concept behind the encoding of information. Natural languages are communication systems that use this potential to encode information. Their fundamental building blocks are words. For any natural language, the average amount of information that a word can carry is the main property, the information-theoretical imprint that reflects its features and distinguishes it from other languages of the world. Shannon [1] defined entropy, or an average information content as a measure of the choice associated with characters in strings.

The information entropy is a measure of the uncertainty of the message source determined by the probabilities of the appearance of certain characters during their transmission.

The information entropy has the following properties:

- 1) The information entropy is non-negative:

$$H(N) \geq 0.$$

- 2) The information entropy possesses the property of symmetry:

$$H_n(p_1, p_2) = H_n(p_2, p_1).$$

3) The information entropy possesses the property of additivity:

$$H(N + M) = H(N) + H(M).$$

3) The information entropy is limited, that is, if all the elements from the set N are equally probable, then the information entropy reaches its maximum value and increases with increasing N :

$$H_n(p_1, p_2, \dots) \leq H_n\left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right) < H_{n+1}\left(\frac{1}{n+1}, \dots, \frac{1}{n+1}\right).$$

Among the other concepts that Claude Shannon operates with, there is the concept of "language redundancy". Its meaning is that not every combination of letters forms a word. Some letters and letter combinations are used very often, others much less often; others are not used at all. All this imposes many prohibitions on the language and thereby forms the "redundancy" of the language. Linguists have determined the amount of redundancy in various languages of the world, and everywhere it fluctuates between 70-80%. That is, in any text, 2/3 of the letters is determined not by the subjective will of the scribe but by strict rules of grammar.

So, in classical Shannon formula (1), the probability of finding any symbol in their set can be directly

identified with its fractional content in any word. In this case, the usual normalization $\sum_{i=1}^N p_i = 1$, $p_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, N$ may not be observed and be limited by the accounted number [3]:

$$H = - \frac{\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i}{\sum_{i=1}^N p_i} \quad (3)$$

since the p_i recalculation from the full composition to the local p_j is subject to a trivial procedure:

$$p_j = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^{N_j} p_i},$$

where N_j is the abbreviated (no complete) number of the accounted symbols.

In this case, the information entropy, in contrast to total entropy (1), can be defined as local. In general, formula (3) should be considered as the most general one, which, taking into account the full set of symbols,

$$\sum_{i=1}^N p_i = 1$$

that is, with $\sum_{i=1}^N p_i = 1$, it is reduced to classical expression (1), and with a less number of accounted symbols to formula (3).

Moreover, if to take into account only one i -th symbol, it will take the form [4]:

$$H = -\frac{p_i \log_2 p_i}{p_i} = -\log_2 p_i = -\frac{\ln p_i}{\ln 2} \quad (4)$$

for calculating the entropy for a single symbol with a direct derivation through the concepts of the probability of an event and the symbol of the own entropy. In fact, the element own entropy is the limiting case related to taking into account the singular subset in general formula (3) and it can have the mathematical meaning of the singular entropy.

Thus, the prospect of developing the entropy-information analysis in linguo-synergetics is seen in the transition from the singular approximation of the Shannon information entropy (4) to the local one (3) and further to the complete one (1).

CONCLUSION

The Shannon introduction of the concept of entropy as a measure of information made it possible to work with information, to measure it, to calculate its characteristics, such as the channel capacity or the coding optimality. In the information theory, Shannon introduced an important assumption, which made it possible to operate successfully with the information, that generation of information is a random process that can be successfully described in terms of the probability theory. In the case when the process is not random but regular and not always clear, as it happens in natural languages, the Shannon reasoning cannot be applied to it. Therefore, in terms of random events, we can talk about symbols, or letters, but as soon as we move on to the words of the language, the situation changes dramatically. Since speech is an organized process, the structure of the message is no less important than the symbols with which it is transmitted.

To measure the meaningfulness of a text, it is necessary to transform, to encode and to decode the meaningful information contained in natural language. In this aspect, the use of artificial neural networks to the tasks of machine translation, automatic abstracting of texts, extracting information from texts, and generating ports in natural languages plays an important role. But to date, there is still no clarity and accuracy of the Shannon information theory in these difficult tasks.

Monitoring linguistic-synergetic patterns shows that entropy, as the average information content, uncertainty or choice associated with words, is the main information-theoretic property of natural languages. The entropy-information analysis of the hierarchical structure of a language, text, utterance, any variety of words requires an interdisciplinary discourse between the information theory, quantitative linguistics, computational linguistics, psycholinguistics, and the typology of languages. The theoretical significance of our empirical research consists in the fact that the effect of a collaborative text (an oral utterance) on the predictability of words is relatively the same, regardless of the language in question.

Within the framework of the study, the authors present an attempt to substantiate theoretically the possibility and necessity of applying an empirical study of the processes of the verbal and cogitative activity based on the formula of C. Shannon. The authors tried to demonstrate the possibility of using a synergistic approach

to the analysis of the verbal and cogitative activity of a specialist. The results of the study once again confirms that synergetics explains the evolution of any complex dissipative system by self-development.

The research work is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (grant no. AP08856918).

REFERENCES

- [1] C.E. Shannon: A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.* 27 (1948), 379–423.
- [2] C.E. Shannon: Prediction and entropy of printed English. *Bell Syst. Tech. J.*, 30 (1951), 50–65.
- [3] S.Sh. Kazhikenova: The theorems of an addition of complex technological systems. *Abstracts of the third congress of the world mathematical society of Turkic countries*. Almaty, V.2. (2009), p. 209.
- [4] B.R. Ospanova, S.Sh. Kazhikenova, N.A. Kassenova: The use of entropy in linguo-synergetics. *Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. Almaty, No. 3. (2013), 104-111.

PLANTS SELECTION PREFERENCES IN AGROFORESTRY PATTERNS IN BATUTEGI PROTECTED FOREST MANAGEMENT UNIT TO MINIMIZE GLOBAL WARMING

Destia Novasari¹, Sugeng P. Harianto², Christine Wulandari^{2}, Indra Gumay Febryano², Samsul Bakri², Hari Kaskoyo²*

¹ graduate program of forestry, faculty of agriculture, university of lampung

²forestry departement and graduate program of forestry, faculty of agriculture, university of lampung

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung, Lampung

ABSTRACT

Forests have an important role in minimizing global warming through land cover, particularly in absorbing carbon through the process of photosynthesis. The ability of plant species to absorb carbon will depend on the number and type of plants. This can be circumvented by selecting plant types and cropping patterns. The selection of plant species and cropping patterns depend on the preferences of the community itself, so it is important to conduct this research. This study aims to analyze the aspects of farmers' preferences in the selection of plant species in agroforestry cropping patterns in KPHL. Batutegi which has a simple agroforestry and complex agroforestry cropping patterns. The method used is the theory of decision making proposed by Gladwin (1980) through two stages of decision making. The results of the research were found several aspects that became the minimum requirements in the selection of plant types by farmers, namely, kind of production orientation, time to harvest and number of labor, biophysical conditions, knowledge, and the ability to invest in plants.

Keywords: Agroforestry, cropping patterns, types of plants, preferences.

INTRODUCTION

The increase in the earth's temperature is increasingly threatening the world, this is related to the disruption of activities on earth (Riswakhyuningsih 2015). An increase in the earth's temperature is known as global warming. Global warming occurs as a result of increasing greenhouse gases, causing heat energy to be reflected back into the atmosphere (Rizki et al. 2016; Putri & Wulandari 2015). The main factor for global warming is various human activities both on land and at sea (Parinduri et al. 2018). Deforestation and forest land degradation are examples of factors on land that cause global warming (Erly et al. 2019). Meanwhile, forests have an important role in minimizing global warming.

The important role of forests related to reducing the effects of global warming is through the ability of vegetation to absorb carbon dioxide (CO₂) in the photosynthesis process (Noerrian 2019). One of the forest cropping patterns that have the ability to absorb carbon well is the agroforestry cropping pattern (Aprianto et al. 2016). The agroforestry cropping pattern is a land use technique by combining forestry plant species with agricultural or livestock plant types in the same land (Ansori 2019). The use of agroforestry cropping patterns can be a solution in minimizing the effects of global warming, especially the use of plant species that have the ability to absorb carbon well.

One of the forest management units that apply agroforestry cropping patterns, especially in Lampung, is the Batutegi Protection Forest Management Unit. According to the findings of Aprianto et al. (2016), agroforestry cropping patterns in KPH Batutegi have the ability to absorb carbon effectively. Most of the

land in the Batutegi Protection Forest Management Unit is already managed by the community, so the types of plants that have the ability to absorb carbon well will focus on the decisions of the farmers themselves. Therefore, it is very important to conduct research on the factors in the selection of plant species in agroforestry cropping patterns. The purpose of this study was to analyze the factors that are considered by farmers regarding the selection of plant species in agroforestry planting patterns in KPH Batutegi, especially in simple and complex agroforestry planting patterns. This research is expected to assist the government and forest managers in making policies for selecting agroforestry cropping patterns, especially in the Batutegi Protection Forest Management Unit, Tanggamus Regency.

METHOD

Research Time and Place

This research was conducted from December 2020 to February 2021 at the Sinar Harapan Gapoktan, Batutegi Protection Forest Management Unit, Tanggamus Regency, Lampung Province.

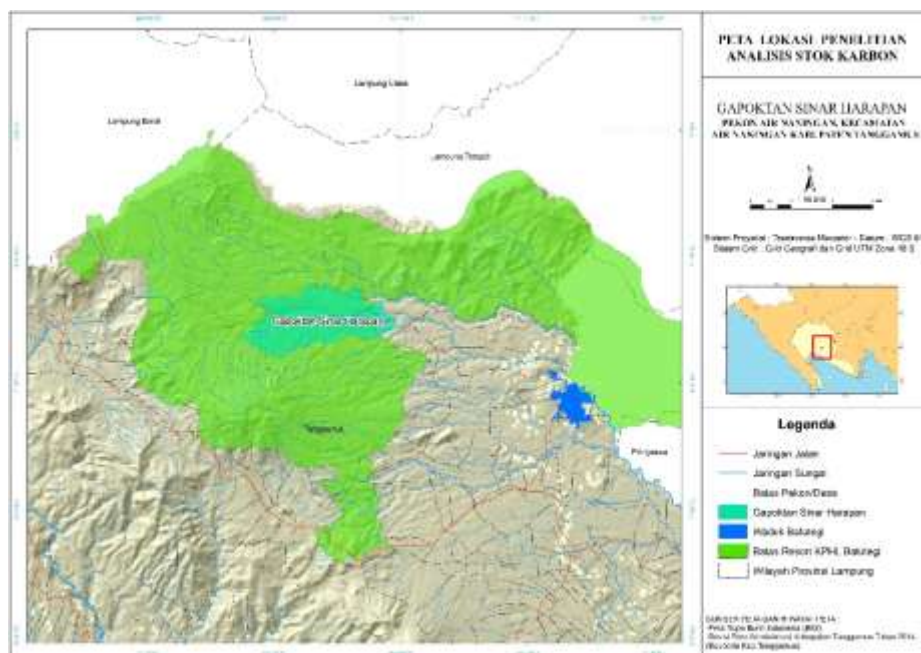


Figure 1. Research location map.

Research Tools and Objects

The tools used in this research are questionnaires, recorders, cameras, and stationery. The object of research in this study is farmers who cultivate plants with agroforestry cropping patterns in the Batutegi Protection Forest Management Unit.

Determination of Respondent Sample

The snowball sampling method was used in this study. This was done because the number of farmers in the Sinar Harapan Gapoktan using simple and complex agroforestry cropping patterns is unknown. Respondents were taken from the head of the Sinar Harapan Gapoktan who acted as the primary respondent. The primary respondent will then refer to more than one additional respondent, which is referred to as the secondary respondent. The number of respondents is determined in stages until the data is saturated and information about farmers' preferences in the selection of cropping patterns is collected.

Data Retrieval

This study uses primary data and secondary data. Primary data consists of community perception variables related to social, economic, and ecological aspects. The secondary data used are the results of previous studies regarding preferences for the selection of plant species and cropping patterns as well as other supporting data.

Data analysis

Data analysis used the decision-making theory proposed by Gladwin (1980). There are two stages in decision making according to Gladwin's theory so that it can explain the reasons why farmers choose certain types of plants and cropping patterns (Rajagukguk 2018).

The first stage, based on the analyzed factors, the farmer must eliminate the unwanted options. After finding the sub essence of the elimination process, the next step is the decision-making process in the second stage. In the second stage, the farmer must choose the remaining options by weighing the advantages and disadvantages of each. Some aspects are omitted in options with the same value in the second stage, with the aim of simplifying the decision-making process.

The data that has been analyzed using Gladwin's theory (1980), then analyzed further using descriptive analysis method so that the results obtained in the form of farmers' reasons for choosing plant types and cropping patterns applied.

RESULTS AND DISCUSSION

Farmers have several times modified the types of crops grown on managed land. The following are the dominant plant species that have been planted on community-owned land, based on interviews and observations: robusta coffee (*Coffea robusta*), dogfruit (*Archidendron pauciflorum*), cloves (*Syzygium aromaticum*), durian (*Durio zibethinus*), areca nut (*Areca catechu*), avocado (*Persea americana*), pepper (*Piper nigrum*), stink bean (*Parkia speciosa*), candlenut (*Aleurites moluccana*), rosewood (*Dalbergia latifolia*), cocoa (*Theobroma cacao*), agarwood (*Aquilaria malaccensis*), banana (*Musa paradisiaca*), nutmeg (*Myristica fragrans*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*), gamal wood (*Gliricidia sepium*), netting (*Archidendron bubalinum*), curly chili (*Capsicum annum*), eggplant (*Solanum melongena*), sugar palm (*Arenga pinnata*). Plant species change from time to time for a variety of farmer reasons, including the types of crops selected and planted according to farmers' expectations. The "real-life-choice" theory, or real choice theory, developed by Gladwin (1980), was then applied to these arguments to explain the steps in the decision-making process by farmers.

Stage 1

Alternatives that pass in stage 1 must meet the minimum requirements that have been determined. The reasons that become the minimum requirements are arranged according to the ranking of farmers' decision-making. The ranking order of farmer decisions made in the Sinar Harapan Gapoktan is presented in table 1.

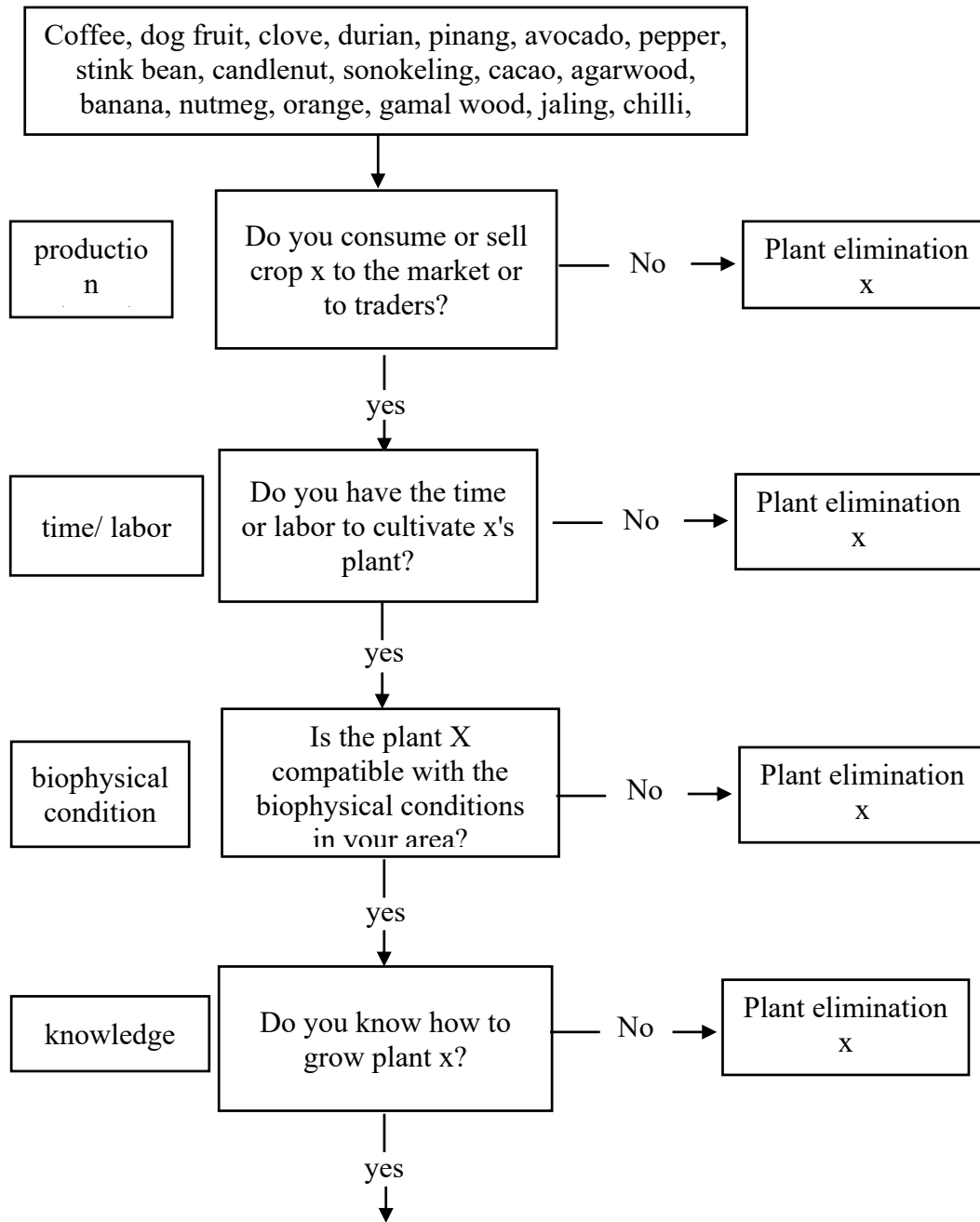
Table 1. Ranking order of farmer decisions based on minimum requirements.

| Variable | Respondent | Percentage (%) |
|-----------------------------|------------|----------------|
| Production orientation | 45 | 100.00 |
| Time/ labor | 43 | 95.65 |
| Biophysical condition | 35 | 80.43 |
| Knowledge | 35 | 80.43 |
| Plant investment capability | 17 | 36.96 |

Production orientation is a variable that describes farmers' decisions in choosing plant types based on commercial products/non-timber forest products (NTFPs) that can be sold to meet their daily needs (Rajagukguk et al. 2018). Sinar Harapan Gapoktan farmers are happy to grow crops that can be marketed and have a large profit margin, such as Robusta coffee (*Coffea robusta*) with an average selling value of Rp. 18.500/kg. Plants that have a higher economic value than other food crops are considered to be able to provide the largest contribution to farmers' income (Safira et al. 2017). Farmers in the Sinar Harapan Gapoktan who use simple and complex agroforestry cropping patterns tend to choose types of plants that do not require sophisticated or time-consuming management techniques so that farmers can manage these crops efficiently and optimally. Based on research findings which reveal that labor has a considerable influence on production results, efficient use of labor can provide the ideal amount of output (Agustin et al. 2018).

Farmers believe that Robusta coffee (*Coffea robusta*) has a suitable place to grow in the Sinar Harapan Gapoktan management area, based on their experience in managing the land. In addition to the suitability of the place to grow, knowledge is also an aspect of the minimum needs of farmers. The performance of farmers in cultivating crops is influenced by various kinds of knowledge, so farmers must have a broad knowledge base to be successful in crop management (Simamora & Luik 2019). Farmers view the ability of crops to invest as the final variable in deciding which crops to plant in the first stage of the decision-making process. Plant investment is able to describe the ability of farmers to meet their daily needs while waiting for the annual harvest (Febryano 2008; Rajagukguk 2018). Types of plants that have the ability to grow crops have several criteria, including having a clear harvest time, having a variety of forestry products that investors can choose from, having a wide market share, broad farming partners, and the resulting product in the form of products. Which is always needed.

Plants that passed stage 1 included robusta coffee (*Coffea robusta*), dogfruit (*Archidendron pauciflorum*), cloves (*Syzygium aromaticum*), durian (*Durio zibethinus*), avocado (*Persea americana*), pepper (*Piper nigrum*), stink bean (*Parkia speciosa*), candlenut (*Aleurites moluccana*), nutmeg (*Myristica fragrans*). Figure 2 shows the process of selecting plant species for the stage 1 agroforestry cropping pattern.



Continue to stage 2
(coffee, pepper, stink bean, dog fruit, clove, avocado, candlenut, ...)

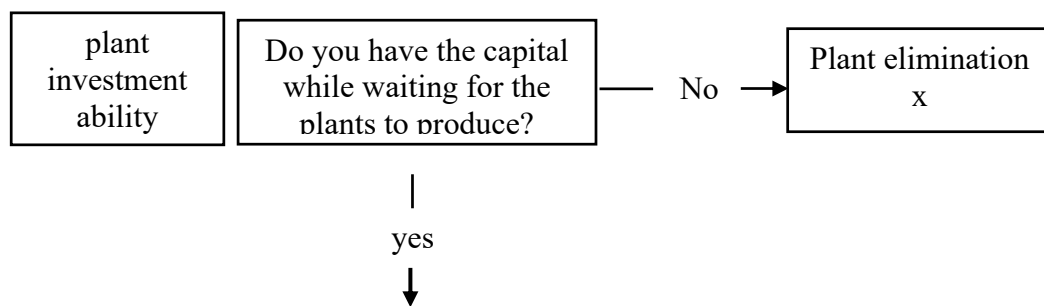


Figure 2. The process of selecting the first stage of plant species.

Stage 2

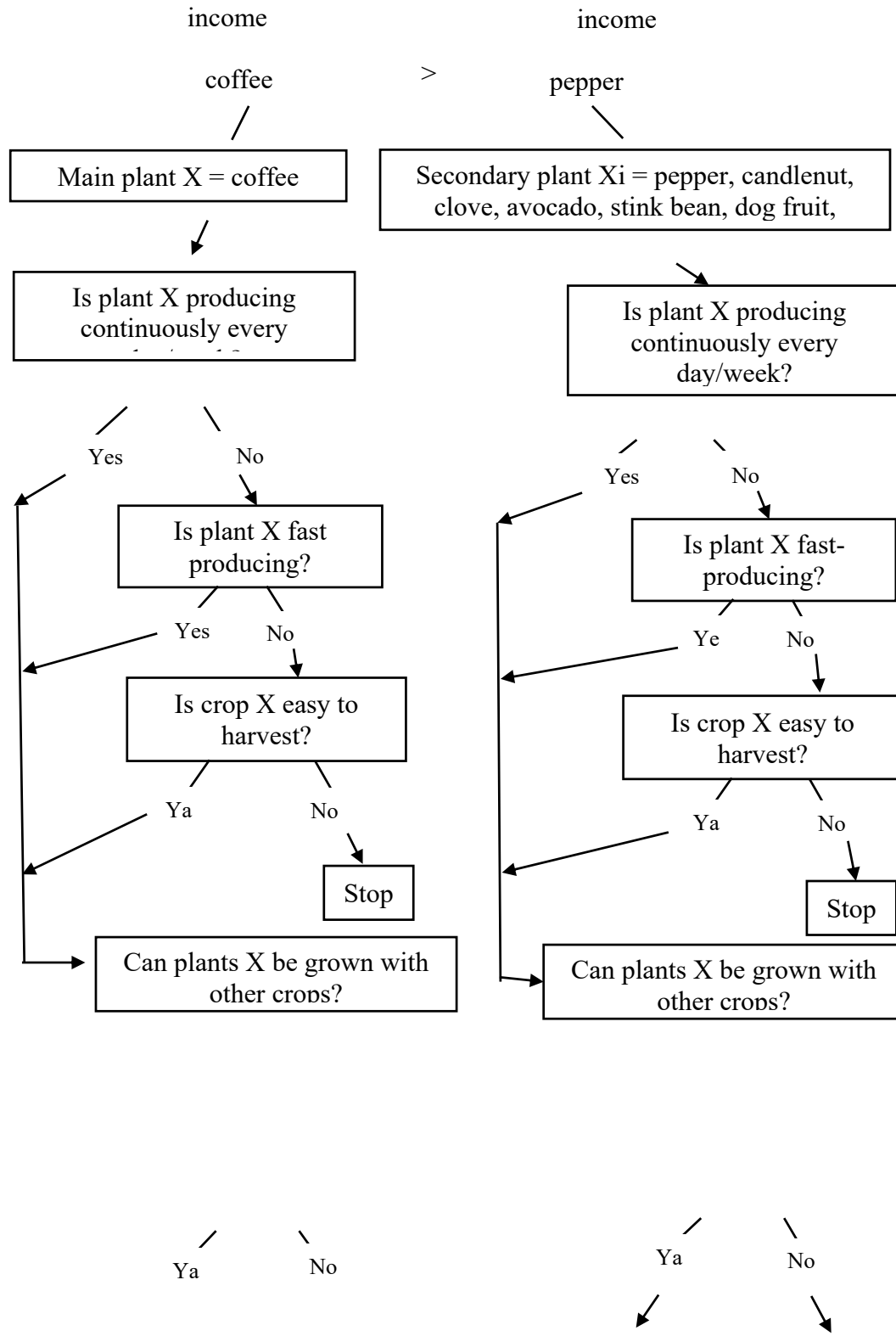
After the alternatives are trimmed down into feasible subsets, in the second stage, the “gist” of the decision-making process occurs. At this stage, the farmer decides on the remaining alternatives by weighing the pros and cons of each. The first stage (step 1) compares the two main crop types, namely robusta coffee (*Coffea robusta*) and pepper (*Piper nigrum*) in complex agroforestry and simple agroforestry cropping patterns. The next process eliminates plant species not considered (step 2). Because they are of equal value, aspects such as ease of marketing, ease of maintenance, ease of post-harvest processing, and price stability are omitted (step 2b).

Aspects that passed in step 2, namely money income, production continuity, production speed, and ease of planting, were selected not in order (step 3a.2). The types of plants that pass in stage 1 are then sorted by the farmers because the types of plants do not stand alone (step 3b.2). Types of plants ordered in agroforestry cropping patterns, namely robusta coffee (*Coffea robusta*), pepper (*Piper nigrum*), candlenut (*Aleurites moluccana*), cloves (*Syzygium aromaticum*), avocado (*Persea americana*), stink bean (*Parkia speciosa*), dogfruit (*Archidendron pauciflorum*), durian (*Durio zibethinus*), nutmeg (*Myristica fragrans*).

In addition to the aspects that are not eliminated, farmers also determine the minimum conditions for obstacles or obstacles that must be overcome. The ability of plants to be planted side by side with other types of plants, as well as the availability of labor is a set minimum condition. The final step taken to reach a decision on the selection of plant species and cropping patterns is to pass alternatives to plant species and cropping patterns that meet the minimum requirements that have been set (step 5). The types of plants that pass the second stage are presented in the form of a decision tree, Figure 3.

Sinar Harapan Gapoktan farmers have several aspects to consider in choosing the type of crop, including income, production continuity, production speed, and ease of harvesting. Farmers choose types of plants that have stable and high prices, such as coffee plants. The type of coffee plant was chosen as the main crop because it was based on previous experience of farmers which showed that the income from this type of coffee plant could increase farmers' income. The existence of coffee plantations can contribute to improving the welfare of farmers. Farmers feel sufficiency in meeting their daily needs as well as the financing needs of children's education up to university level from coffee plants.

Selected plant types (coffee, pepper, candlenut, clove, avocado, stink bean, dog fruit, durian, nutmeg)



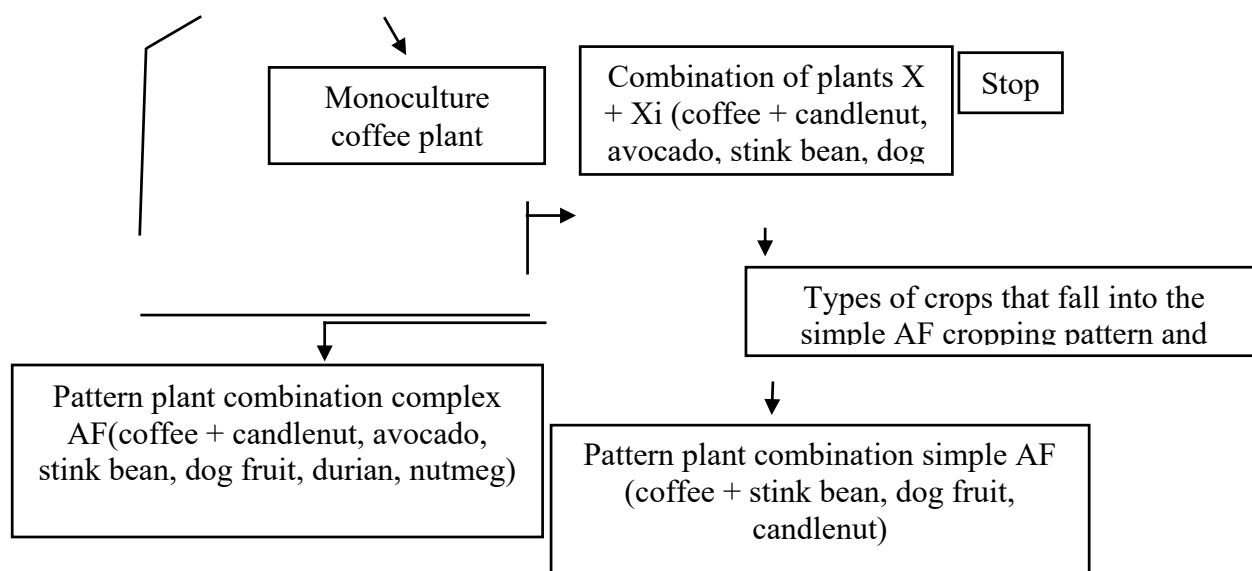


Figure 3. Decision tree for stage 2 selections of plant species in complex agroforestry patterns.

Farmers have a tendency to choose types of plants that have a continuous and stable level of production. This is related to meeting the daily needs of farmers. By applying agroforestry cropping patterns, farmers will get continuous results because agroforestry cropping patterns have a variety of types and ages of plants and are able to produce annually, seasonally, or weekly. Agroforestry farmers of Gapoktak Sinar Harapan tend to choose types of plants that are not based on production speed. Seen in the decision of farmers in choosing plant species that cannot be produced in a fast time, namely the type of coffee plant as the main crop and secondary plant species, which are mostly forestry plant species with a long production period.

Ease of harvesting is an aspect that shows that farmers choose types of plants related to production inputs such as labor. The ability to be planted with other plants is an aspect that shows the level of plant resistance when planted together with other types of plants. This relates to the level of income earned by farmers. Farmers can earn additional income from other types of crops grown on the same land.). Farmers believe that by applying agroforestry cropping patterns and making coffee as their main source of income, they can meet their daily needs, even though they have to wait a long time for production. Jenis tanaman yang dipilih petani berdasarkan analisis pengambilan keputusan menggunakan metode Gladwin adalah kopi, kemiri, alpukat, petai, durian, dan pala. Tahap 2 dilakukan pengelompokan pola tanam yaitu pola tanam agroforestri sederhana dan pola tanam agroforestri kompleks. Kombinasi jenis tanaman yang masuk ke dalam pola tanam agroforestri sederhana adalah kopi + petai, jengkol, kemiri, sedangkan kombinasi jenis tanaman yang masuk pada pola tanam agroforestri kompleks adalah kopi + kemiri, alpukat, petai, jengkol, durian, pala.

The main type of crop selected by farmers is the type of coffee plant. Coffee plants are considered to have the potential to improve the welfare of farmers, can produce continuously, and have easy marketing. In line with the results of research conducted by Soltani et al. (2015); Prasetyo et al. (2019); Rofiatul A. (2019), which states that the ease of marketing, meeting the daily needs and costs of children's education, and the ease of processing are the reasons farmers choose plants. Farmers place secondary crops together with coffee plants because they provide an additional source of income and provide shelter for coffee plants. Shade on coffee plants can play a role in coffee growth for the better (Sakiroh et al., 2011; Zakaria, 2017).

73% of farmers in the Sinar Harapan Gapoktan chose complex agroforestry cropping patterns, and 27% chose simple agroforestry cropping patterns. This is related to differences in perceptions between farmers with simple agroforestry cropping patterns and farmers with complex agroforestry cropping patterns. Complex agroforestry farmers are of the opinion that by planting many types of plants on the same land, the

benefits that will be obtained will be more, such as additional income obtained from MPTs that are planted simultaneously and can also become shade plants for coffee plants. Farmers will gain greater benefits from growing more crops on the same plot of land, especially in terms of meeting their daily needs (Soltani et al., 2015; Pratama et al., 2021). In simple agroforestry, farmers have the belief that fewer types of plants planted on the same land, the greater the income they will get by planting more types of main crops on the land. In line with the results of research conducted by Simarmata et al. (2018), which states that income will be higher if there are fewer types of plants.

CONCLUSION

Farmers in the Sinar Harapan Gapoktan consider several aspects that are the minimum requirements in eliminating alternative types of plants, namely production orientation, time and energy, biophysical conditions, knowledge, and plant investment capabilities. The reasons for farmers to choose plant types and cropping patterns for simple agroforestry and complex agroforestry cropping patterns are money income, production continuity, production speed, and ease of harvesting. The combination of plant species that passed stages 1 and 2 were coffee + dogfruit, candlenut, candlenut in a simple agroforestry cropping pattern and coffee + candlenut, avocado, candlenut, dogfruit, durian, nutmeg in a complex agroforestry cropping pattern.

BIBLIOGRAPHY

- Agustin, H. U., Rianto, W. H., Kusuma, H. 2018. Analisis Pengaruh Modal dan Tenaga Kerja Terhadap Efisiensi Produksi Genteng di Desa Sukorejo Kecamatan Gandusari Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Majalah Ilmiah Globe*, 16(1), 59-68.
- Ansori, D.P. 2019. Analisis Kesehatan Hutan Rakyat pada Beberapa Pola Tanam di Desa Buana Sakti Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 58 halaman.
- Aprianto, D., Wulandari, C. dan Masruri, N.W. 2016. Karbon tersimpan pada kawasan sistem agroforestry di register 39 datar setuju KPHL Batutegei Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Sylva Lestari*, 4(1), 21-30.
- Erly, H., Wulandari, C., Safe'i, R., Kaskoyo, H., Winarno, G. D. 2019. Keanekaragaman Jenis dan Simpanan Karbon Pohon di Resort Pemerihan, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(2), 139-149.
- Febryano, I. G. 2008. Pengambilan Keputusan Pemilihan Jenis Tanaman dan Pola Tanam di Lahan Hutan Negara dan Lahan Miliki. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 57 halaman.
- Noerrian, A. O. 2019. Estimasi biomassa vegetasi pohon di Hutan Pantai Bandalit Resort Bandalit Taman Nasional Meru Betiri Jember Jawa Timur. Skripsi: Universitas Jember. Jawa Timur.
- Parinduri, L., Yusmartato., Parinduri, T. 2018. Kontribusi konversi mobil konvensional ke mobil listrik dalam penanggulangan pemanasan global. *Journal of Electrical Technology*, 3(2), 116-120.
- Prasetyo, A.D., Indriyanto., Riniarti, M. 2019. Jenis-jenis tanaman di lahan garapan petani KPPH Wana Makmur dalam Tahura Wan Abdul Rachman. *EnviroScienteeae*. 15(2): 154-165
- Pratama, F.R., Arifin, Y.F., Fitriani, A. 2021. Studi komposisi, struktur, dan asosiasi tumbuhan sekitar pasak bumi (*Eurycoma longifolia*) di Areal IUPHHK Pt. Austral Byna Kalimantan Tengah. *Jurnal Sylva Scienteeae*. 4(1): 72-83.
- Putri, A. H. M., Wulandari, C. 2015. Potensi Penyerapan Karbon Pada Tegakan Damar Mata Kucing

- (Shorea Javanica) Di Pekon Gunung Kemala Krui Lampung Barat. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2), 13-20.
- Rajagukguk, C. P. 2018. Pemilihan Jenis Tanaman dan Pola Tanam pada Pengelolaan Agroforestri di Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 49 halaman.
- Rajagukguk, C. P., Febryano, I. G., Herwanti, S. 2018. Perubahan Komposisi Jenis Tanaman dan Pola Tanam pada Pengelolaan Agroforestri Damar. *Jurnal sylva lestari*, 6(3), 18-27.
- Riswakhayuningsih, T. 2015. Pengembangan Suplemen Bahan Ajar Pemanasan Global Berwawasan Konservasi. Tesis: Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Rizki, G. M., Bintoro, A., Hilmanto, R. 2016. Perbandingan emisi karbon dengan karbon tersimpan di hutan rakyat Desa Buana Sakti Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 4(1), 89-96.
- Rofiatul A, L. 2019. Buruh Perempuan Kebun Kopi Kalibendo dalam Meningkatkan Kesejahteraan Keluarga. Skripsi. Universitas Jember. Jember. 101 halaman.
- Safira, G. C., Wulandari, C., Kaskoyo, H. 2017. Kajian Pengetahuan Ekologi Lokal dalam Konservasi Tanah dan Air di Sekitar Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman (Studi Kasus di Desa Bogorejo Kecamatan Gedong Tataan). *Jurnal Sylva Lestari*, 5(2), 23-29.
- Sakiroh., Sobari, L., Herman, M. 2011. Pertumbuhan, produksi, dan cita rasa kopi pada berbagai tanaman penabung. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Kopi. 157-166.
- Simamora, T., Luik, R. 2019. Tingkat Kompetensi Teknis Petani dalam Berusahatani Singkong (Kaus Kelompok Mekar Tani Desa Cibanteng Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor). *Jurnal Agribisnis Lahan Kering*, 4(4), 53-55.
- Simarmata, G.B., Qurniati, R., Kaskoyo, H. 2018. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemanfaatan lahan Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. *Jurnal Sylva Lestari*. 6(2): 60-67.
- Soltani, A., Sankhayan, P.L., Hofstad, O. 2015. A recipe for co-management of forest and livestock-Results of bio-economic model at a village level in Iran. *Agricultural System*. 140: 74-86.
- Zakaria, A., Aditiawati, P., Rosmiati, M. 2017. Strategi pengembangan usaha tani kopi arabika (kasus pada petani kopi di Desa Suntenjaya Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Siosioteknologi*. 16(3): 325-339.

A HYBRID APPROACH OF NEURAL NETWORK WITH PARTICLE SWARM OPTIMIZATION IN EVALUATING THE SUCCESS OF CRYOTHERAPY WART TREATMENT METHOD

KRİYOTERAPİ SİĞİL TEDAVİSİ YÖNTEMİNİN BAŞARISINI DEĞERLENDİRMEDE PARÇACIK SÜRÜ OPTİMİZASYONU İLE SİNİR AĞININ HİBRİT BİR YAKLAŞIMI

Öğr. Gör. Dr. Serdar GÜNDOĞDU

Dokuz Eylül Üniversitesi Bergama Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri Bölümü

ORCID: 0000-0003-2549-5284

ABSTRACT

Warts are infections caused by a virus known as the Human Papilloma Virus (HPV), which lodges in the top layer of the skin or mucous membranes. Doctors offer effective and personalized treatments for each patient with this infection. One of the effective methods which are used is cryotherapy. Different machine learning methods are used to predict the effectiveness of cryotherapy. This study aims to present a hybrid approach of particle swarm optimization (PSO) and artificial neural network (ANN) for a more accurate prediction of cryotherapy wart treatment efficacy. This study used a dataset containing six features and 90 samples from the "University of California, Irvine" UCI Machine learning repository (Cryotherapy Dataset). Particle Swarm Optimization (PSO) is preferred to optimize the neural network in the binary classification problem. Six features were defined for the classifier inputs: gender, age, the time before treatment (months), the number of warts, wart types, and the surface area of warts. The dataset is divided into training, validation, and test data at 70%, 15%, and 15%, respectively. The different iterations (1, 2, 20, 50, 100, and 250) were tried in the proposed method, and normalized mean square error (NMSE) values were calculated in each iteration. Four indicators, including classification accuracy (ACC), specificity (SPE), F1, and NMSE scores, were used to compare the models' performances. The best classification performance for test data was obtained with an NMSE score of 0.044643. 100% success was achieved in all accuracy, specificity, and F1 scores. This success was achieved in 250 iteration trials. The results showed that the particle swarm optimization-artificial neural network (PSO-ANN) method improved the prediction accuracy of the efficacy of cryotherapy wart treatment. It is thought that the proposed method can help physicians by predicting whether cryotherapy treatment will be successful by using patient information.

Keywords: Classification, Cryotherapy, Neural network, Particle Swarm Optimization, Wart

ÖZET

Sığiller, cildin veya mukoza zarının üst tabakasına yerleşen İnsan Papilloma Virüsü (HPV) olarak bilinen bir virüsün neden olduğu enfeksiyonlardır. Doktorlar, bu enfeksiyonu olan her hasta için etkili ve kişiselleştirilmiş tedaviler sunmaktadır. Kullanılan etkili yöntemlerden biri de kriyoterapidir. Kriyoterapinin etkinliğini tahmin etmek için farklı makine öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, kriyoterapi sığil tedavisi etkinliğinin daha doğru bir tahmini için parçacık sürüsü optimizasyonu (PSO) ve yapay sinir ağının (YSA) hibrit bir yaklaşımını sunmaktır. Çalışmada, "University of California, Irvine" UCI Makine öğrenimi deposundan alınan (Cryotherapy Dataset) altı özellik ve 90 örnek içeren bir veri seti kullanılmıştır. Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO), ikili sınıflandırma probleminde sinir ağını optimize etmek için tercih edilmiştir. Sınıflandırıcı girişlerine cinsiyet, yaş, tedavi öncesi geçen süre (ay), sığil sayısı, sığil türleri ve sığillerin yüzey alanı olmak üzere altı özellik tanımlanmıştır. Veri seti, sırasıyla %70, %15

ve %15 olacak şekilde eğitim, doğrulama ve test verilerine ayrılmıştır. Önerilen yöntemde, farklı sayıda iterasyon (1, 2, 20, 50, 100 ve 250) denenmiş ve her iterasyonda normalleştirilmiş ortalama kare hata (NMSE) değerleri hesaplanmıştır. Modellerin performanslarını karşılaştırmak için sınıflandırma doğruluğu (ACC), özgüllük (SPE), F1 ve NMSE puanlarını içeren dört gösterge kullanılmıştır. Test verileri için en iyi sınıflandırma performansı, 0.044643 NMSE puanı ile elde edilmiştir. Doğruluk, özgüllük ve F1 puanlarının hepsinde %100'lük başarıya ulaşılmıştır. Bu başarı 250 iterasyon denemesinde gerçekleşmiştir. Sonuçlar, parçacık sürüsü optimizasyonu-yapay sinir ağı (PSO-ANN) yönteminin, kriyoterapi siğil tedavisinin etkinliğinin tahmin doğruluğunu geliştirdiğini göstermiştir. Bu yöntemin, hasta bilgilerini kullanarak kriyoterapi tedavisinin başarılı olup olmayacağını öngörerek hekimlere yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Sınıflandırma, Kriyoterapi, Sinir ağı, Parçacık Sürü Optimizasyonu, Siğil

INTRODUCTION

Warts that can be found anywhere on the body are infections caused by a virus known as HPV that settles in the upper layer of the skin. It's easier to catch a virus that causes warts when you have a scrape or cut on our skin. Warts can spread from person to person and from one place to another on your body. It usually takes several months to grow large enough to be seen [1]. They come in various shapes, colors, and sizes, depending on where they appear and their type. Warts mostly threaten children, young people, the elderly, organ transplant recipients, and people with a low immune system against the virus, such as HIV (AIDS) [2].

The immune system plays a significant role in the treatment of warts. While warts usually disappear without treatment in children, they may not disappear easily or quickly in adults. While most warts are harmless, dermatologists treat them. It is necessary to use the drugs recommended by the doctor for treatment regularly. Different methods such as salicylic acid drugs, cryotherapy, or laser are used for wart treatment. Cryotherapy is the most common treatment for warts in adults and older children. It is the treatment of the diseased area by freezing it. This treatment, which is not very painful, can also cause dark spots in people with dark skin [1]

Machine learning and data mining algorithms are used as tools in the medical sciences to analyze datasets. One of the essential areas in medical research is a skin disease. Many studies have been done on other skin diseases using many machine learning algorithms [3-6]. However, there is not much machine learning research in wart treatment literature. Although there are different wart treatment methods, it would be great for dermatologists to know which way is more effective for each patient [7]. Khozeimeh et al. (2017) aimed to determine the appropriate treatment for two common wart types and predict the treatment responses of immunotherapy and cryotherapy methods. They implemented a fuzzy logic rule-based system in the study. The accuracies of estimating the efficacy of cryotherapy and immunotherapy methods were 80.7% and 83.33%, respectively. Akben (2018) used a decision tree-based method to evaluate the effectiveness of wart treatment methods. According to their findings, the success rate in estimating the efficacy of the treatment method ranges from 90% to 95% [8]. As a result of the study by Khatri et al., they achieved a significant performance of 93.33% to 98.88% in the classification accuracy of J48 for cryotherapy datasets applied with J48 and J48+GA [9]. Arslan et al. (2020) proposed the multi-layer perceptron approach to determine the success of a wart treatment method. They achieved the classification performance of accuracy of 94.45%, a specificity of 98.60%, and a sensitivity of 78.95% [10].

Particle Swarm Optimization (PSO) is a well-known swarm-based stochastic algorithm inspired by nature [11]. Recently, the combination of evolutionary algorithms, such as particle swarm optimization (PSO) with ANN, has been highlighted in the different applications [12, 13]. The results indicated that such an algorithm is helpful to design the ANN [14].

In this study, a combination of PSO and ANN was proposed to estimate the effect of the cryotherapy wart treatment method.

MATERIALS AND METHODS

This study used a Cryotherapy dataset from the well-known UCI Machine Learning Repository from the University of California Irvine. The dataset was created from cryotherapy research with liquid nitrogen on 90 patients with plantar and common warts who applied to the dermatology clinic of Ghaem Hospital, Iran, Mashhad [7]. The number of men and women participating in the study was 47 and 43, respectively.

This study presents a particle swarm optimization (PSO) optimized artificial neural network (ANN) hybrid model for predicting the success of the cryotherapy wart treatment method. PSO is a swarm intelligence algorithm, a stochastic optimization technique that simulates the social behavior of herd behavior in some ecological systems; Kennedy first proposed the classical PSO algorithm in 1995. The PSO algorithm was designed based on an evolutionary algorithm (EA) and artificial life (AL). PSO applies AL's characteristics to find the optimal solution [15]. The Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm is easy to implement due to its simple framework and high convergence speed and has been successfully applied to many complex optimization problems [16]. Pattern recognition, which means automatic recognition of patterns and regularities in data, is closely related to machine learning and artificial intelligence. Pattern recognition networks are feedforward neural networks widely used in classification problem solving [17].

In the study, 70% of the dataset was used for training, 15% for validation, and 15% for testing. Six features were defined for the classifier inputs: gender, age, the time before treatment (months), the number of warts, wart types, and the surface area of warts. Accuracy (ACC), specificity (SPE), F1 scores, and NMSE metrics were used to evaluate the performance of the proposed classifier model. The evaluation metrics used to test the models are shown in **Table 1**.

Table 1. Evaluation metrics to test models

| Metric | Description |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TP (True positive) | The number of predictions where the classifier correctly predicts the classes as positive. |
| TN (True negative) | The number of predictions where the classifier correctly predicts the classes as negative. |
| FP (False positive) | The number of predictions where the classifier incorrectly predicts the negatives as positive |
| FN (False negative) | The number of predictions where the classifier incorrectly predicts the positive as negative. [18-19] |
| ACC | $(TP+TN)/(TP+FP+FN+TN)$ The number of samples correctly classified over all samples |
| SPE | $TN/(TN+FP)$ The number of correct negative predictions divided by the total number of negatives. |
| F1 | $2TP/(2TP+FP+FN)$ Harmonic mean of precision and sensitivity |
| NMSE | $MSE/Variance$ Normalized mean square error |

MSE: mean square error

RESULTS AND DISCUSSION

This section presents the experimental results obtained by applying the PSO-ANN hybrid classifier to the dataset.

Table 2: Demographic characteristics and descriptive statistics

| Attribute name | Unit | Min | Max | Mean | Std |
|-------------------------------|-------------------------------------------|------|-----|-------|--------|
| Age | year | 15 | 67 | 28.6 | 13.36 |
| Number of warts | count | 1 | 12 | 5.51 | 3.57 |
| Time elapsed before treatment | month | 0.25 | 12 | 7.67 | 3.41 |
| The surface area of the warts | mm ² | 4 | 750 | 85.83 | 131.73 |
| Types of warts | 1-Common (54), 2-Plantar (9), 3-Both (27) | | | | |
| Gender | Woman (43), Man (47) | | | | |
| Response to treatment | No (42), Yes (48) | | | | |

The dataset used in this study contains information about the wart treatment results of 90 patients who received cryotherapy treatment. The results of the cryotherapy treatment method were positive in some patients and negative in others. Demographic characteristics and descriptive statistics of the attributes used in the study are shown in **Table 2**.

In the proposed method, the main goal is to reach the correct result with the least number of iterations and the slightest error. The model was run with different iteration numbers, and the effect of the number of iterations was investigated. Accuracy, specificity, NMSE, and F1-score were used to evaluate/compare models. The performance indicator results of the classifier are shown in **Table 3**.

Table 3: Classification performance metrics to test the model for different numbers of iteration

| Iteration | TP | FP | FN | TN | ACC | SPE | F1 | NMSE |
|------------|----------|----------|----------|-----------|------------|------------|------------|---------------|
| 1 | 2 | 2 | 2 | 8 | 71.4 | 80 | 50 | 1.0927 |
| 2 | 5 | 1 | 3 | 5 | 71.4 | 83.3 | 71.4 | 1.0927 |
| 20 | 8 | 1 | 0 | 5 | 92.9 | 83.3 | 94.1 | 0.1575 |
| 50 | 6 | 1 | 0 | 7 | 92.9 | 87.5 | 92.3 | 0.0932 |
| 100 | 9 | 0 | 0 | 5 | 100 | 100 | 100 | 0.0893 |
| 250 | 4 | 0 | 0 | 10 | 100 | 100 | 100 | 0.0446 |

Where bold values indicate the best results

The best performance for the model was obtained using 250 iterations with scores of 100% (ACC), 100% (SPE), 100% (F1), and 0.0446 (NMSE). The variation of the NMSE value with the number of iterations is shown in **Figure 1**.

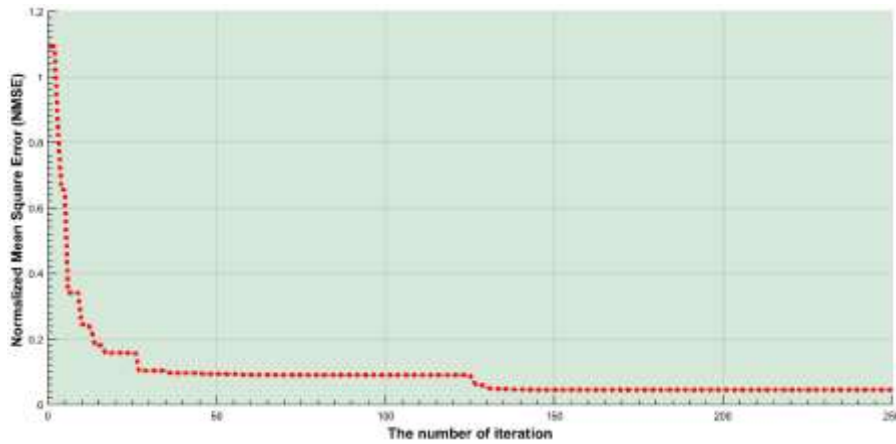


Figure 1. The variation of the NMSE value with the number of iterations

When Figure 1 is examined, it is seen more clearly from which values the NMSE started and which results reached at the end of 250 iterations. It is seen that the NMSE value is around 0.6548 and 1 in the first iterations and then approaches the range of 0.04621-0.08919 after 125 iterations. To have a closer observation, the ROC (Receiver Operating Characteristic) curves of the datasets are reported in **Figure 2**.

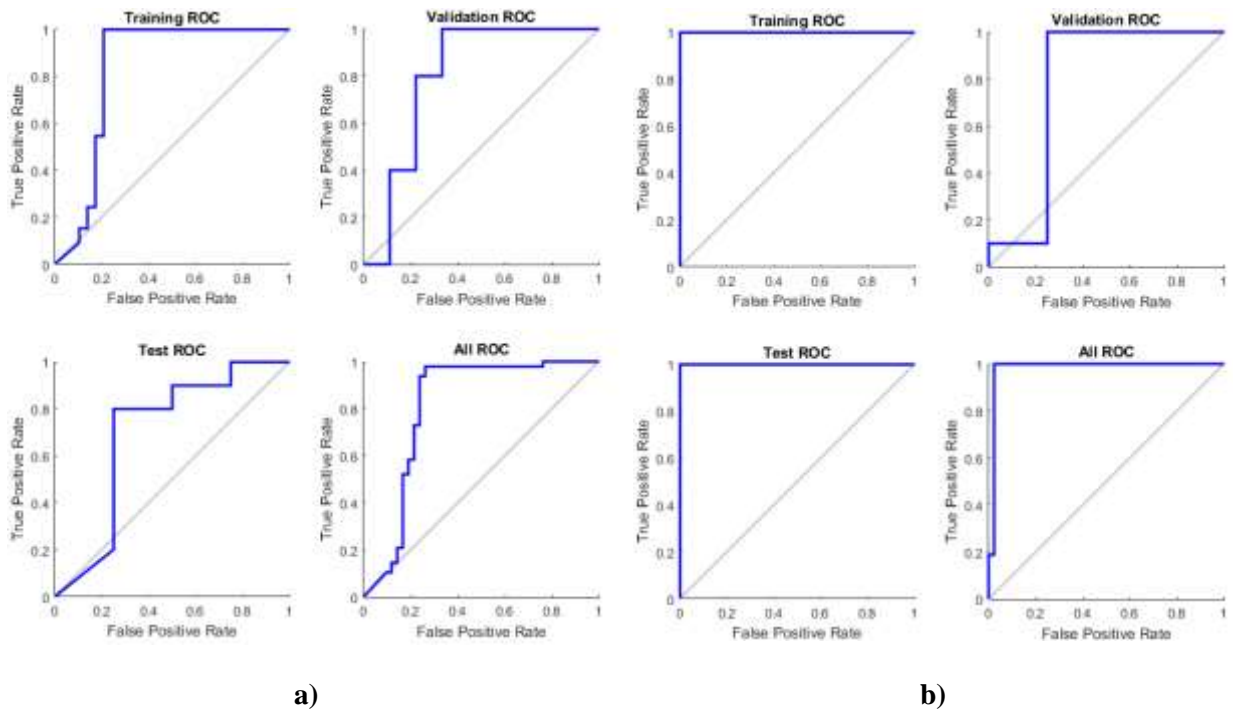


Figure 2. ROC curves of training, validation, testing, and all data according to the number of 1 (a) and 250 (b) iterations running in the model.

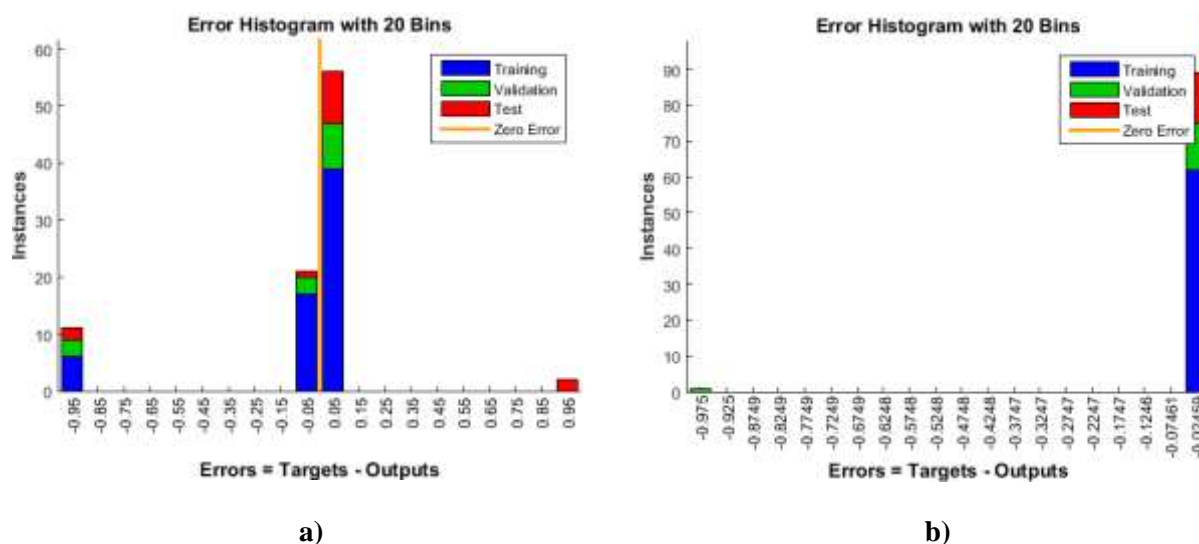


Figure 3. Distribution of model errors according to the number of 1 (a) and 250 (b) iterations running in the model

AUC stands for "Area under the ROC Curve. AUC ranges in value from 0 to 1. The proposed model in this study, whose predictions are 100% correct, has an AUC of 1.0 for test data (**Figure 2b**), which means it is a perfect classifier. The error histogram evaluates the error distributions based on the predictions of the proposed model. The distribution of model errors is shown in **Figure 3**. **Figure 3b**, shows that most of the errors occur near the zero point and the errors gradually decrease as they move away from zero. These results prove that the model successfully estimates with acceptable error distributions. The proposed model in this study gave better results than the models used in previous studies [7-10].

CONCLUSION

Warts are skin growths that occur with Human Papillomavirus (HPV) infection, growing and infecting all tissues. Physicians try to discover the most effective treatment for each wart patient. Dermatologists can use many treatment methods to help their patients get rid of warts. In this study, a hybrid PSO and ANN model is proposed to evaluate the success of the cryotherapy wart treatment method. The model exhibited excellent predictive performance with accuracy, specificity, and F1 scores of 100% and NMSE 0.0446. New studies could partner with experts dermatologists to collect and evaluate more data. This would help further about the proposed model results on larger data.

KAYNAKÇA

- [1] Warts: Overview. <https://www.aad.org/public/diseases/a-z/warts-causes>
- [2] Sigiller. <https://www.acibadem.com.tr/ilgi-alani/sigiller/#belirtiler>
- [3] Lamminen H., Ruohonen K., Uusitalo H. (2001). Visual tests for measuring the picture quality of teleconsultations for medical purposes. *Comput. Methods Prog. Biomed.* 65(2001): 95-110.
- [4] Ribaric S., Todorovski L., Dimec J., Lunder T. (2001). Presentation of dermatological images on the Internet *Comput. Methods Prog. Biomed.*, 65(2001): 111-121.

- [5] Bunte K., Biehl M., Jonkman M.F., Petkov N. (2011). Learning effective color features for content based image retrieval in dermatology. *Pattern Recognit.*, 44(2011): 1892-1902
- [6] Shrivastava V.K., Londhe N.D., Sonawane R.S., Suri J.S. (2015). Exploring the color feature power for psoriasis risk stratification and classification: a data mining paradigm. *Comput. Biol. Med.*, 65(2015): 54-68.
- [7] Khozeimeh F., Alizadehsani R., Roshanzamir M., Khosravi A., Layegh P., Nahavandi S. 2017. An expert system for selecting wart treatment method. *Comput. Biol. Med.* 81:167–175. doi: 10.1016/J.COMPBIOMED.2017.01.001.
- [8] Akben S.B. 2018. Predicting the success of wart treatment methods using decision tree based fuzzy informative images. *Biocybern. Biomed. Eng.* 38(4): 819–827. doi: 10.1016/J.BBE.2018.06.007.
- [9] Khatri S., Arora D., Kumar A. 2018. Enhancing Decision Tree Classification Accuracy through Genetically Programmed Attributes for Wart Treatment Method Identification. *Procedia Comput. Sci.* 132: 1685–1694. doi: 10.1016/J.PROCS.2018.05.141.
- [10] Arslan R.U., İşler Y., Toksan M. 2020. Prediction of the Success of Wart Treatment Methods. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(1): 44-52 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/karaelmasfen/issue/55287/759514>.
- [11] Houssein E.H., Gad A.G., Hussain K., Suganthan P.N. Major Advances in Particle Swarm Optimization: Theory, Analysis, and Application. *Swarm Evol. Comput.* 63:100868. doi: 10.1016/J.SWEVO.2021.100868.
- [12] Armaghani D.J., Hajihassani M., Mohamad E.T., Marto A., Noorani S.A. 2014. Blasting-induced flyrock and ground vibration prediction through an expert artificial neural network based on particle swarm optimization. *Arab J Geosci* 7: 5383–5396.
- [13] Armaghani D.J., Hasanipanah M., Mohamad E.T. 2015. A combination of the ICA-ANN model to predict air overpressure resulting from blasting. *Eng Comput.* doi:10.1007/s00366-015-0408-z
- [14] Hasanipanah M., Noorian-Bidgoli M., Armaghani D.J. et al. 2016. Feasibility of PSO-ANN model for predicting surface settlement caused by tunneling. *Engineering with Computers* 32: 705–715. doi:10.1007/s00366-016-0447-0.
- [15] Nguyen H., Bui, H.B., Bui, X.N. 2021. Rapid Determination of Gross Calorific Value of Coal Using Artificial Neural Network and Particle Swarm Optimization. *Nat Resour Res.* 30: 621–638. doi:10.1007/s11053-020-09727-y
- [16] Wang F., Zhang H., Zhou A. 2021. A particle swarm optimization algorithm for mixed-variable optimization problems. *Swarm Evol. Comput.* 60: 100808. doi: 10.1016/J.SWEVO.2020.100808.
- [17] Gündoğdu S. 2021. Improving breast cancer prediction using a pattern recognition network with optimal feature subsets. *Croat Med J.* 62(5): 480-487. doi:10.3325/cmj.2021.62.480.
- [18] Nóbrega R.V.M., Peixoto S.A., da Silva S.P.P., Filho P.P.R. 2018. Lung Nodule Classification via Deep Transfer Learning in CT Lung Images. 2018 IEEE 31st International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS). pp. 244-249, doi: 10.1109/CBMS.2018.00050.
- [19] Hassan M.M., Mamun Billah M.A., Rahman M.M., Zaman S., Shakil M.M.S., Angon J.H. 2021. Early Predictive Analytics in Healthcare for Diabetes Prediction Using Machine Learning Approach. 2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT).

UYGUN SAĞLIK HİZMETİ ALIMINDA ÖNEMLİ BİR KAVRAM: SAĞLIK OKURYAZARLIĞI

AN IMPORTANT CONCEPT IN THE ACQUISITION OF APPROPRIATE HEALTH CARE: HEALTH LITERACY

Prof. Dr. Şebnem ASLAN

Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-2135-242X

Yüksek Lisans Öğrencisi Esmâ ATALI

Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Bölümü

ORCID ID: 0000-0001-9792-0679

ÖZET

Hızla değişen bilgi ve teknolojiyle beraber sağlık maliyetleri giderek artmaktadır. Artan maliyetler karşısında sağlık hizmetlerine ayrılan kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılması daha da önemli bir hale gelmektedir. Sağlık sektöründe kaynakların etkin kullanılması için bireyin kendi sağlık hizmeti sürecine etkin bir şekilde katılıp kendi sağlığını yönetmesi gerekmektedir. Aksi takdirde hem bireye hem de ülke ekonomilerine ek maliyetler yüklenmektedir. Sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği için bu sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Bireylerin yeterli düzeyde sağlık okuryazarlığına sahip olması bu sistemin işleyişi için önemlidir.

Sağlık okuryazarlığı, bireyin sağlıkla ilgili durumları anlama ve yorumlamada bir takım bilgi ve beceriye sahip olmasını ifade etmektedir. Sağlık okuryazarlığı bireyin kendi sağlığını etkili bir şekilde yönetmesini, sağlık hizmetlerinden etkili ve verimli bir şekilde faydalanmasını sağlar. Yeterli sağlık okuryazarlık düzeyi bireyin doğru bir şekilde sağlığa erişimini, haklarını kullanımını ve sağlık kurumunu belirlemede etkili olmaktadır. Sağlık okuryazarlık düzeyinin yetersiz seviyede olması sağlık hizmeti sürecini olumsuz yönde etkilemektedir ve daha fazla sağlık harcaması yapılmasına yol açmaktadır. Düşük sağlık okuryazarlığı hasta ve hekim arasında doğru bir şekilde iletişim kurulmamasına, bireyin gereksiz sağlık hizmeti talep etmesine, acil servisi gereksiz kullanımına neden olmaktadır. Bireylerin sosyo-demografik (cinsiyet, yaş, gelir, sosyal statü ve sağlık durumu, yaşanılan yer) özelliklerine göre sağlık okuryazarlık düzeyi farklılık göstermektedir. Fonksiyonel sağlık okuryazarlığı (Okuma ve yazma becerileri) interaktif sağlık okuryazarlığı (bilişsel, okuryazarlık ve sosyal beceriler) ve kritik sağlık okuryazarlığı (daha ileri bilişsel ve sosyal beceriler) olmak üzere üç düzeyde ele alınmıştır. Bu çalışmada “sağlık okuryazarlık” ve “Sağlık Bilimleri ve Hizmetleri” alanı anahtar terimiyle DergiPark üzerinde erişilen 20 adet çalışmaların içerik analizi yöntemiyle incelenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmalarda sağlık okuryazarlık düzeyi, sağlık okuryazarlıkla ilgili sağlık algısı, sağlık davranışları, akılcı ilaç kullanımı, evde bakım bilgisi, sağlıklı yaşam biçimi davranışları, geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları, çocukluk döneminde uygulanan aşılarla karşı tutum, geleneksel uygulamalara başvurma, e-sağlık okuryazarlık, korana virüs bilgi, tavır ve tutumlar ve yaşam kalitesi değişkenleriyle ilişkilerin araştırıldığı tespit edilmiştir

Anahtar Kelimeler: Sağlık, Sağlık Hizmeti, Sağlık Okuryazarlığı

ABSTRACT

With rapidly changing information and technology, health costs are increasing. In the face of rising costs, it is becoming even more important to use the resources allocated to health services effectively and efficiently. In order to use resources effectively in the health sector, the individual must participate effectively in his/her own health care process and manage his/her own health. Otherwise, additional costs are imposed on both the individual and the economies of the country. This system is needed for the sustainability of health services. It is important for the functioning of this system that individuals have an adequate level of health literacy.

Health literacy refers to the individual having a number of knowledge and skills in understanding and interpreting health-related situations. Health literacy enables the individual to effectively manage their own health and benefit from health services effectively and efficiently. Adequate level of health literacy is effective in determining the individual's access to health correctly, their exercise of their rights and the health institution. Inadequate health literacy level negatively affects the health care process and leads to more health expenditures. Low health literacy leads to the failure to communicate correctly between the patient and the physician, the individual to request unnecessary health care, and the unnecessary use of the emergency department. The level of health literacy varies according to the socio-demographic (gender, age, income, social status and health status, place of living) characteristics of individuals. Functional health literacy (Reading and writing skills) interactive health literacy (cognitive, literacy and social skills) and critical health literacy (more advanced cognitive and social skills) are discussed at three levels. In this study, it is aimed to examine 20 studies accessed on DergiPark with the key term "health literacy" and "Health Sciences and Services" by content analysis method. In the studies, it was determined that health literacy level, health perception related to health literacy, health behaviors, rational drug use, home care knowledge, healthy lifestyle behaviors, traditional and complementary medicine practices, attitude towards vaccines applied in childhood, application to traditional practices, e-health literacy, korana virus information, attitudes and attitudes and relations with quality of life variables were investigated.

Keywords: Health, Health Care, Health Literacy

1. GİRİŞ

Günümüzde bireylerden kendi sağlık durumlarını tanıyabilmeleri, bulguları ve verileri belirleyebilmeleri ve kendi sağlıkları için en doğru kararı verebilmeleri beklenmektedir. Bireylerin sağlıkları ile ilgili vermeleri beklenen bu kararlar doğrudan sağlık hizmetlerinin kalitesini etkilemektedir (Balçık ve ark 2014). Bireylerin kendi sağlıklarını etkili bir şekilde yönetebilmesi için sağlık okuryazarlık kavramı özellikle son dönemlerde önemli bir yere sahip olmuştur.

Sağlık okuryazarlığı, bireylerin ihtiyaç duyduğu sağlık bilgisine erişmesi, anlaması, yorumlaması gibi becerilere sahip olmasıdır (Ganahl ve ark 2017). İlgili literatür incelendiğinde sağlık okuryazarlık düzeyi düşük olan bireylerin kendi sağlıklarıyla ilgili doğru karar veremedikleri, sağlık kurumlarına başvurduklarında haklarından mahrum kaldıkları, sağlık çalışanlarıyla etkili iletişimi kuramadıkları gibi problemler görülmektedir (Wolf ve ark 2005; Holt ve ark 2020, Dwinger ve ark, 2014, Baker ve ark 2002). Ortaya çıkan bu problemler olumsuz sağlık çıktılarında yol açmaktadır. Bu çıktılar bireylere sağlık açısından etki ettiği gibi ülkelere de yeni maliyetler oluşturmaktadır (Vernon ve ark 2007, Sezgin 2013).

Bireylerin sağlık okuryazarlığı düşük olduğunda koruyucu sağlık hizmetleri yerine daha çok tıbbi hizmetleri tercih ettikleri görülmektedir (Breuer 2015). Bu tercihleri sağlık sistemine ve ülkelere ek maliyetler oluşturduğu gibi kendileri içinde mali yük oluşturabilmektedir (Balçık ve ark 2014). Ülkelerde birçok kuruluş sağlık okuryazarlık düzeyini geliştirmeye yönelik araştırmalar yapıp çözümler aramaktadır (www.who.int2021). Bu çalışmada literatür taraması yapılarak sağlık okuryazarlığı hakkında bilgi verilip Türkiye'deki sağlık okuryazarlık düzeyi incelenmiştir. Alanyazın ve literatür taranarak yapılan bu

çalışmanın sağlık okuryazarlık alanında yapılacak araştırmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. SAĞLIK OKURYAZARLIĞI

Okuryazarlık, bireyin hayatını ve yaşadığı süre boyunca karşılaştığı olayları, sembolleri algılaması ve hayatındaki ilişkileri anlamlandırmasıdır (Aşıcı 2009). Okuryazarlık kavramı hayatın pek çok alanında karşımıza çıkmaktadır. Bu alanlardan bir tanesi sağlıktır. Sağlık okuryazarlığı, teknolojik ve ekonomik olarak büyüyen sağlık sektörü ve buna bağlı olarak ülke ekonomileri için önemli bir yere sahiptir (Kıckbusch 2001). Sağlık okuryazarlığı bireylerin sağlık hizmetlerine ulaşırken karşılaştıkları tıbbi terim, talimat ve bilgileri okuyabilme, anlayabilme ve buna uygun davranış sergileyebilme yeteneğidir (Schillinger ve ark 2002). Bireyin etkili sağlık hizmetine ulaşabilmesi kendi sağlığı için en doğru kararı verebilmesi için sağlık okuryazarlığı olmazsa olmaz bir etkidir (Keleher ve Hagger 2007). Sağlık okuryazarlığı becerisinin büyük bir kısmını bireyin okuduğu bir şeyi anlayabilmesi ve sayısal verileri anlamlandırabilmesi oluşturmaktadır (Ishikowa ve Kiuchi 2010). Bu becerilerin eksikliği bireyin sağlığı ile ilgili kritik kararları vermesinin ve kendi sağlığını yönetmesinin önünde bir engel oluşturmaktadır (Keleher ve Hagger 2007).

Sağlık okuryazarlığı bireyin sağlık bilgisi edinmesine olanak sağlar. Sağlık okuryazarlığı bireyin sağlık bilgisi ile doğru orantılıdır. Buna bağlı olarak sağlık okuryazarlık düzeyi yüksek olan bireylerin sağlık bilgisi de bu ölçüde yüksektir. Sağlık bilgisi sağlıklarıyla ilgili durumları yönetmek isteyen ve bu durumla ilgilenmek isteyen bireyler için önemli bir referanstır (Ishikowa ve Yano2008).

Sağlık okuryazarlığının eksikliği: Sağlık ile ilgili haklarını bilmeyen bireyin haklarına ulaşmalarının engellenmesi, sağlık hizmetine ulaşmak isteyen bireyin zorluklar yaşaması, hasta ve hekim arasında doğru iletişimin kurulamaması gibi birçok sorunu ortaya çıkarır (McCray2005). Sağlık ve sağlığa erişebilmek ile ilgili bu sorunların oluşmaması ya da ortadan kaldırılması için bireyin doğru kaynaklara ulaşarak bilgi edinip bu bilgileri doğru olarak hayata geçirmesi gerekmektedir (Bilir2014). Birçok çalışma, sağlık okuryazarlığı düşük olan bireylerin sağlık bilgilerini yeterli düzeyde kavrayamayıp sağlıklarını koruyacak ve geliştirecek şekilde kullanamadığını göstermektedir (Baker ve ark, 2002, Holt ve ark 2020). Hızla gelişen bilgi ve teknolojiler karşısında yetersiz sağlık okuryazarlık düzeyine sahip bireylerin sağlık okuryazarlık seviyesi yeterli düzeyde olan diğer bireylere göre dezavantajlı konumuna düşmektedir (Volades ve Paasch-Orlow 2007).

Sağlık okuryazarlık düzeyi düşük olan bireyler, koruyucu sağlık hizmetlerini tercih etmedikleri için daha fazla tedavi edici sağlık hizmeti kullanmaya yönelirler. Buna bağlı olarak paydaşların sağlığa harcadığı çaba ve maliyet artmaktadır (Aslan ve ark 2017). ABD’de 599 kişinin katılmış olduğu bir çalışmada sağlık okuryazarlığı yüksek olan bireylerin sağlık hizmetlerinden bilinçli faydalanarak daha az harcama yaptığı görülmektedir (Rasu ve ark). Benzer bir şekilde Almanya’da yapılmış olan bir çalışmada da sağlık okuryazarlığı düşük olan bireylerin sağlık çalışanlarına daha bağımlı oldukları ve gerek olmamasına rağmen profesyonel hizmet talep ettikleri görülmektedir (Ganahl ve ark 2017). Sağlık okuryazarlığının yeterli düzeyde olmamasına bağlı olarak sağlığa ayrılan kaynaklar etkili ve verimli bir şekilde kullanılamamaktadır. Dünyada Japonya, Türkiye, Portekiz, İsviçre, İtalya, Almanya, Kanada, İspanya, Avusturya gibi birçok ülkede nüfusun yarısından fazlasında sağlık okuryazarlığın düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun görmezden gelinmesi ve çözümü için adım atılmaması ülkeler için zamanla daha fazla ekonomik sorun oluşturabilir (Moreira2018).

Amerika’da 2010 yılında önemli girişimlerle sağlık okuryazarlığı, sağlık hizmetleri sürecinin önemli bir parçası haline getirmeyi amaçlamıştır. Sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi, sağlık hizmetlerine daha etkili ve kaliteli bir şekilde erişimde, var olan kaynakların etkili kullanılmasında önemli bir yere sahiptir (Koh ve ark 2012). Bireyler sağlık okuryazarlığı konusunda eğitildiğinde, sağlık hizmetlerine ulaşmak istediklerinde daha doğru kararlar verebilmektedir. Bunun yanı sıra bireyler sağlıklarıyla ilgili konularda daha fazla sorumluluk alırlar (Moreira 2018).

Türkiye’de sağlık okuryazarlık düzeyinin artması; buna bağlı olarak bireylerin kendi sağlıklarını önemsemesi, tele-tıp uygulamalarıyla tedavi süreçlerine katkıda bulunması, bu sürece katılması ve önleyici sağlık hizmetlerine yönelmeleri amaçlanmaktadır (Faaliyet Raporu, 2020). Türkiye de Sağlık Bakanlığı tarafından yapılan Sağlık Çocuk Dergisi, Akılcı Antibiyotik Kullanımı, Aile Hekiminizi Erken Tanıyın, Yaşama Yol Ver gibi kampanyalarla sağlık okuryazarlık düzeyini artırmayı amaçlamıştır(sggm.saglik.gov.tr, Erişim Tarihi:06.06.2021). Sağlık Bakanlığı tarafından 2018 yılında Türkiye Sağlık Okuryazarlığı Düzeyi ve İlişkili Faktörler Araştırması adlı çalışma yapılmıştır. Araştırmada 6228 kişiye ulaşılarak TSOY-32 ölçeği uygulanmıştır. Araştırma sonucunda Türkiye’de %30,9’nun yetersiz, %38’nin sorunlu-sınırlı, %23,4’ünün yeterli ve %7,7’sinin mükemmel sağlık okuryazarlığı düzeyine sahip olduğu tespit edilmiştir (SOYA Raporu, 2018).

3. SAĞLIK OKURYAZARLIK BOYUTLARI

Nutbeam (2000), sağlık okuryazarlık düzeyini üç seviyede incelemektedir:

Birinci seviye **fonksiyonel sağlık okuryazarlığıdır**. Basit olarak okuduğunu anlama ve yazmaya yönelik becerilerdir. Bu beceriye sahip bireyler sağlık kuruluşlarına ulaşabilmekte, günlük sorunlarını çözebilmektedir (Nutbeam 2008).

İkinci seviye **interaktif sağlık okuryazarlığıdır**. Bu okuryazarlık geçtiğimiz 20 yıl boyunca önem verilen sağlık eğitiminin bir sonucudur. Eğitimle sağlık okuryazarlığı düzeyi geliştirilen bu bireyler kendilerine sunulan bilgilerin dışında bağımsız olarak karar verip buna göre hareket edebilmektedir (Nutbeam 2000).

Üçüncü seviye **kritik sağlık okuryazarlığıdır**. Bireylerin oluşturduğu toplumda sunulan sağlık hizmetlerinden daha verimli şekilde faydalanması, bu alandaki eşitsizliğin en aza indirgenmesi sağlık çıktılarında iyileştirmenin yapılması beklenmektedir (Sykes ve ark2013). Bu seviye de sağlık okuryazarlığına sahip bireyler kendisine iletilenbilginin doğruluğunu sorgulayabilmekte, eleştiriler yöneltebilmektedir.

4. SAĞLIK OKURYAZARLIK ÖLÇÜTLERİ

4.1. Tıpta Yetişkin Okuryazarlığının Hızlı Tahmini (REALM)

REALM ölçeği, ABD de geliştirmiştir (Dowse ve ark 2018).REALM, hastaların okuryazarlık düzeyini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. 125 tane tıbbi terimden oluşur ve bireylerden aşamalı olarak zorluğu artan bu terimleri okumaları istenir. (Dümenci ve ark 2014). Birçok tıbbi doküman bireylere sağlık okuryazarlık düzeyleri önemsenmeden verilir. Sağlık okuryazarlık düzeyi hastane ortamlarında genellikle test edilmez. REALM bu konuda hekimlere düşük seviyede sağlık okuryazarlığı olan bireyleri hızlı biçimde belirleme fırsatı tanımaktadır(Davis ve ark 1991).

4.2. Yetişkinlerde Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlığı Testi (TOFHLA)

TOFHLA, 50 soruluk okuduğu tıbbi dokümanları anlayabilme bölümü ve 17 soruluk aritmetik bölüm olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır (hsl.lib.unc.edu, Erişim Tarihi: 09.06.2021). TOFHLA; Yetersiz Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlık (sağlık metinlerini okuma ve yorumlama becerisinin olmayışı), Marjinal Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlığı (sağlık metinleri okuma ve yorumlama zorluğunun olması) ve Yeterli Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlığı (sağlık metinlerini okuma ve yorumlama becerisine sahip)(Malik ve ark 2017).

4.3. En Yeni Yaşamsal Belirti (NVS)

NVS uygulanması yaklaşık 3 dakika süren sağlık okuryazarlık düzeyini belirlemek için kullanılan 6 sorudan

oluşan bir testtir. Hastaların sağlık okuryazarlık düzeylerini kısa sürede değerlendirmek isteyen sağlık hizmeti sunucularına kolaylık sağlar (hsl.lib.unc.edu, Erişim Tarihi: 09.06.2021). Sağlık okuryazarlık düzeyini çok yönlü biçimde belirleyebilmesi ve kısa sürmesi en büyük avantajlarıdır (Çopurları ve ark 2016).

5. YÖNTEM

Araştırmada “sağlık okuryazarlık” ve “Sağlık Bilimleri ve Hizmetleri” alanı anahtar terimiyle DergiPark üzerinde erişilen 20 adet çalışmaların içerik analizi yöntemiyle incelenmesi amaçlanmıştır.

6.BULGULAR

Tablo 1. Yayımlanan Makalelerin Dergi Dağılımı

| Dergi Adı | Yayın Sayısı |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <u>Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi</u> | 1 |
| Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi | 1 |
| <u>Sağlık Bilimlerinde Eğitim Dergisi</u> | 1 |
| <u>Sağlık Bilimleri Dergisi</u> | 2 |
| Türkiye Halk Sağlığı Dergisi | 1 |
| MedicalSciences | 1 |
| <u>Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi</u> | 1 |
| <u>Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi</u> | 1 |
| <u>Osmangazi Tıp Dergisi</u> | 1 |
| <u>Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi</u> | 1 |
| <u>Türkiye Halk Sağlığı Dergisi</u> | 1 |
| <u>Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi,</u> | 1 |
| <u>İzmir Katip Celebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi</u> | 1 |
| <u>Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi,</u> | 1 |
| <u>Sakarya Tıp Dergisi</u> | 2 |
| <u>Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi</u> | 1 |
| <u>TurkishJournal of FamilyMedicineandPrimaryCare</u> | 1 |
| <u>Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi</u> | 1 |
| Toplam | 20 |

Sağlık bilimleri ve hizmetlerinde sağlık okuryazarlığı konu alan Dergipark'taki makalelerin dergi dağılımı sayısal olarak belirtilmiştir (Tablo 1). Tablo 1 incelendiğinde Sağlık Bilimleri Dergisi ve Sakarya Tıp Dergisi'nin 2'şer adet makale yayını, diğer dergilerin ise 1'er adet makale yayını bulunmaktadır. Sağlık bilimleri ve hizmetleri alanında sağlık okuryazarlığını ele alan yeterli çalışmanın olmadığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo-2: Yayınlarda Sağlık Okuryazarlığı ile İlişkilendirilen Konular

| Dergi Adı | Açıklama |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi</u> | Dinçer (2007) tarafından 260 üniversite öğrencisi üzerinde yapılmış olan çalışmada sağlık okuryazarlık ve sağlık algısı ele alınmıştır. İki değişken arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ve bir hastalıkta tedavi gören katılımcıların sağlık okuryazarlık düzeyi daha yüksek olduğu görülmüştür. |
| <u>Sağlık Bilimlerinde Eğitim Dergisi</u> | Şimşek (2009) tarafından 117 lise öğrencisi üzerinde yapılmış olan çalışmada, katılımcıların sağlık okuryazarlık düzeyi incelenmiştir. Katılımcıların %49,8'inin sağlık bilgisine erişimde, %31,85'nin sağlık bilgisini edinmede, %43,15'ni edinilen bilgiyi değerlendirmede %40,62'sinin edinilen bilgileri uygulama aşamasında sorun yaşadığı görülmüştür. |
| Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi | Biçer ve Malatyalı (2018) tarafından 1003 üniversite öğrencisi üzerinde yapılmış olan çalışmada, katılımcıların sağlık okuryazarlık düzeyi incelenmiştir. Kadınların erkeklere göre daha yüksek sağlık okuryazarlık düzeyine sahip olduğu görülmüştür. Katılımcıların sağlık okuryazarlık düzeyi ve gelir durumu arasında anlamlı bir fark görülmüştür. |
| <u>Sağlık Bilimleri Dergisi</u> | Doğan ve Çetinkaya (2019) tarafından 690 akademisyen üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık düzeyi ve sağlık davranışları incelenmiştir. İki değişken arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. |
| <u>Türkiye Halk Sağlığı Dergisi</u> | Öncü ve ark, (2020) tarafından 300 yüksek tansiyon hastası üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık düzeyi incelenmiştir. Erkeklerin kadınlara göre daha yüksek sağlık okuryazarlık düzeyine sahip olduğu ve düşük sağlık okuryazarlığı olan bireylerin daha fazla sağlık kuruluşuna başvurduğu görülmüştür. |
| <u>MedicalSciences</u> | Durmaz, Sürücü ve Ozvurmaz (2020) tarafından 315 işçi üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık ve sağlık algısı incelenmiştir. İki değişken arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Erkeklerin kadınlara, gençlerin yaşlılara göre daha yüksek sağlık okuryazarlığına sahip olduğu görülmüştür. |

Tablo-2.1. Yayınlarda Sağlık Okuryazarlığı ile İlişkilendirilen Konular

| Dergi Adı | Açıklama |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi</u> | Yılmaz ve Günel (2020) tarafından 198 öğrenci üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık düzeyi incelenmiştir. Kadınların erkeklere göre, üst sınıfların alt sınıflara göre daha yüksek sağlık okuryazarlık düzeyine sahip olduğu görülmüştür. |
| <u>Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi</u> | Akyol Güner, Kuzu ve Bayraktaroğlu (2020) tarafından 220 diyabet hastası üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık ve akılcı ilaç kullanımı incelenmiştir. Çalışma sonucunda iki değişken arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. |
| <u>Osmangazi Tıp Dergisi</u> | Çam ve ark, (2021) tarafından 955 kişi üzerinde yapılmış olan çalışmada, bireyin sağlık okuryazarlığı ve bağışıklama arasındaki ilişki incelenmiştir. İki değişken arasında pozitif yönde düşük bir ilişki tespit edilmiştir. |
| <u>Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi,</u> | Okur, Evcimen ve Yağcı Şentürk (2021) tarafından sağlık alanında öğrenim gören 119 öğrenci üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık düzeyi incelenmiştir. Katılımcıların sağlık okuryazarlık düzeyi %31,1'nin yetersiz, sorunlu-sınırlı, %68,9'nun yeterli, mükemmel olarak bulunmuştur. |
| <u>Türkiye Halk Sağlığı Dergisi</u> | İzoğluTok ve Doğan (2021) tarafından 15-17 yaş arasındaki 24 ergen üzerinde nitel araştırma yöntemi ile yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık ele alınmıştır. Katılımcıların randevu sistemini kullanmadıkları tespit edilmiştir. |
| <u>Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi</u> | Uysal ve Yıldız (2021) tarafından 151 hemşire öğrencisi üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık düzeyi incelenmiştir. Genel olarak hemşire öğrencilerinin sağlık okuryazarlık düzeyi yeterli seviyede olduğu tespit edilmiştir. |
| <u>İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi</u> | Ertan ve Yılmaz (2021) tarafından yoğun bakımda bebeği olan 129 anne üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık düzeyi ve evde bakım bilgisi incelenmiştir. İki değişken arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. |

| Tablo-2.2. Yayınlarında Sağlık Okuryazarlığı ile İlişkilendirilen Konular | |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dergi Adı | Açıklama |
| <u>Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi,</u> | Akgün, Hañçer Tok ve Oztaş (2021) tarafından 241 hemşire öğrencisi üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık ve sağlıklı yaşam biçimi davranışları ele alınmıştır. Çalışma sonucunda katılımcıların yeterli sağlık okuryazarlık düzeyine sahip olmadığı tespit edilmiştir. |
| <u>Sakarya Tıp Dergisi</u> | Köse, Oturak ve Ekerbiçer (2021) tarafından 323 tıp öğrencisi üzerinde yapılmış olan çalışmada geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları ve sağlık okuryazarlık ele alınmıştır. Çalışma sonucunda iki değişken arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir. |
| <u>Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi</u> | Ertuğrul ve Albayrak (2021) tarafından bebeği olan 279 ebeveyn üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık düzeyinin çocukluk döneminde uygulanan aşılarla karşı tutum ve davranışlar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sağlık okuryazarlığının bu tutum ve davranış üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. |
| <u>Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care</u> | Yeşilçınar, Şahin ve Mercen (2021) tarafından postpartum dönemindeki 303 kadın üzerinde yapılmış olan çalışmada, geleneksel uygulamalara başvurma ve sağlık okuryazarlık ele alınmıştır. Katılımcıların; yaş, öğrenim düzeyleri, çalışma durumu sağlık okuryazarlık arasında anlamlı bir fark görülmüştür. |
| <u>Sağlık Bilimleri Dergisi</u> | Yeşildal ve Kaya (2021) tarafından 500 kişi üzerinde yapılmış olan çalışmada, e-sağlık okuryazarlık ve sağlık okuryazarlık ele alınmıştır. İki değişken arasında pozitif yönde düşük bir ilişki tespit edilmiştir. |
| <u>Sakarya Tıp Dergisi</u> | Doğan ve Özdemir (2021) tarafından 381 hamile kadın üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık ile korana virüs bilgi, tavır ve tutumlar arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma sonucunda yeterli sağlık okuryazarlığı düzeyinin bu tavır ve tutumlar üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. |
| Tablo-2.3. Yayınlarında Sağlık Okuryazarlığı ile İlişkilendirilen Konular | |
| Dergi Adı | Açıklama |
| <u>Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi</u> | Şimşek Küçükkelepçe ve ark, (2021) tarafından 219 hamile kadın üzerinde yapılmış olan çalışmada, sağlık okuryazarlık ve yaşam kalitesi ele alınmıştır. İki değişken arasında pozitif yönde düşük bir ilişki tespit edilmiştir. |

7.TARTIŞMA ve SONUÇ

Sağlık okuryazarlığının sağlık hizmeti sektöründeki birçok unsurla bağlantısı vardır. Sağlık okuryazarlığının bağlantılı olduğu unsurlar arasında; sağlık sektörünün kalitesi, bu sektördeki paydaşların iletişimi ve sağlıkla ilgili planlamalar sayılabilmektedir (Özkan 2018). Sayılan bu faktörlerin etkin bir şekilde var olması ve sistemli bir şekilde sağlık sektörü bütünü oluşturabilmesi için sağlık okuryazarlık düzeyinin yüksek olması önemlidir.

Hastaların etkili bir sağlık hizmeti alabilmelerinin öncelikli yolu sağlık personelleriyle gerekli iletişimi kurabilmeleridir. Bu iletişimin sağlıklı bir şekilde kurulabilmesi ve devamında hastaların kendi sağlık sürecine dâhil olup yönetebilmesi için gerekli sağlık okuryazarlık seviyesine sahip olması gerekir (Jessup

ve ark 2018).

Literatür incelendiğinde sağlık okuryazarlığının sağlık hizmeti kullanımını önemli bir şekilde etkilediği görülmektedir (Aslan ve ark, 2017; Ganahl ve ark, 2017; McCray, 2005). Sağlık okuryazarlık düzeyi düşük olan bireylerde günlük hastaneye başvuruların sık yapıldığı ve hastanede konaklamanın uzun sürdüğü görülmektedir (Vandenbosch ve ark 2015). Bunlara benzer durumlardan dolayı sağlık hizmeti sektöründe istenen verim ve kalite elde edilememektedir. İstenen verimin alınmaması bireyin sağlığını etkilediği gibi hem bireye hem de ülke ekonomilerine ek maliyetler oluşturmaktadır (Vernon ve ark 2007). Sağlık hizmeti faaliyetlerinin sistemli bir şekilde işlenmesi ve oluşan ek maliyetlerin ülke ekonomilerdeki yükünün azaltılması için toplum genelinde sağlık okuryazarlık düzeyinin artırılması bir çözüm olacaktır. Sağlık okuryazarlık düzeyini yükseltmek için özellikle sağlık hizmetine en çok ihtiyaç duyan kesimler belirlenip genel bir eğitim planı uygulanmalıdır.

Sağlık okuryazarlığı bireylerin demografik özelliklere göre farklılıklar gösterir. Lee ve ark, (2010) Tayvan’da yapmış olduğu ve yetişkin katılımcıların neredeyse %30’nun yetersiz sağlık okuryazarlık seviyesine sahip olduğunu gördüğü çalışmada öğrenim ve gelir seviyesindeki düşüklüğün, yaşanan yerin ve yaşın sağlık okuryazarlığı düzeylerine göre farklılık tespit edilmiştir. Bireylerin belli yaş gruplarında sağlık okuryazarlık düzeyleri yüksekken belli yaş gruplarında düşük seviyede seyretmektedir. Örnek olarak 18-24 yaş grubundaki bireylerde sağlık okuryazarlık düzeyi yeterliyken 65 yaş üstü bireylerde sağlık okuryazarlık düzeyi yetersizdir (sggm.saglik.gov.tr, Erişim Tarihi:06.06.2021). Sağlık okuryazarlık seviyesi düşük olan yaşlı bireyler aynı zamanda sağlık hizmetine en çok ihtiyaç duyan ve başvuran kesimdir. Bu başvurularda bilinçsiz yolların izlenmesi aldıkları hizmetin kalitesini azaltmaktadır (www.cdc.gov, Erişim Tarihi:09.06.2021). Yaşlı insanlara yönelik yapılacak bir eğitim planlaması bu kesimin dezavantajlı konumdan çıkarıp uygun sağlık hizmeti almasını sağlayabilir.

Düşük öğrenim seviyesine sahip bireyler ve okur-yazar olmayan bireyler gelişen teknoloji ile birlikte sağlık hizmetleriyle ilgili önemli sorunlar yaşamaktadır. Düşük öğrenim seviyesi tıbbi terimleri anlayamama, daha fazla hastaneye yatma, bakıma daha fazla ihtiyaç duyma gibi sorunları beraberinde getirmektedir (Andrus ve Rorth 2002). Toplum genelinde okuryazarlık yüzdesinin artırılması için yapılacak çalışmalar sağlık okuryazarlık seviyesinin istenen düzeyde artması sağlayabilir.

Sağlık okuryazarlık ile ilgili yapılan çalışmalarda yetersiz sağlık okuryazarlığının düşük verimli ve yüksek maliyetli sağlık hizmetine yol açtığı görülmektedir (Moreira, 2018; Sezgin, 2013). Yine benzer çalışmalarda toplum genelinde yapılacak planlamalarla sağlık okuryazarlığın yeterli seviyede yükseltilebileceği görülmüştür. Yeterli sağlık okuryazarlığına sahip bireyler daha fazla sorumluluk alarak uygun sağlık hizmetine yönelmektedir. Bütün bireyler sorumluluk aldığı için hak mahrumiyetleri azalacak ve sağlığa erişimdeki eşitsizlikler ortadan kalkacaktır (Bennett ve ark 2014, Breuer 2015).

Bu araştırmada, “sağlık okuryazarlık” ve “Sağlık Bilimleri ve Hizmetleri” alanı anahtar terimiyle DergiPark üzerinde erişilen 20 adet çalışma içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda sağlık bilimleri ve hizmetleri alanında sağlık okuryazarlığını ele alan yeterli çalışmanın olmadığı görülmektedir.

Yapılan çalışmalarda sağlık okuryazarlık düzeyi, sağlık okuryazarlıkla ilgili sağlık algısı, sağlık davranışları, akılcı ilaç kullanımı, evde bakım bilgisi, sağlıklı yaşam biçimi davranışları, geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları, çocukluk döneminde uygulanan aşılarla karşı tutum, geleneksel uygulamalara başvurma, e-sağlık okuryazarlık korana virüs bilgi, tavır ve tutumlar ve yaşam kalitesi değişkenleriyle ilişkiler araştırıldığı görülmüştür. İleriki araştırmalar için sağlıkla ilgili farklı davranışsal tutum ve değişkenlerin inceleme konusu yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akgün Ş, Hançer Tok H, ve Oztaş D, 2021. Hemşirelik öğrencilerinin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ve sağlık okuryazarlık düzeyleri . Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 10 (2), 247-256.
- Akyol Güner, T, Kuzu A, ve Bayraktaroğlu T, 2020. Diyabetli bireylerde sağlık okuryazarlığı ve akılcı ilaç kullanımı arasındaki ilişki. Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi, 4 (3) , 214-223.
- Andrus MR, Roth MT, 2002. Healthliteracy: A review. *Pharmacotherapy*, 22(3), 282–302.
- Aslan Ş, Dömbekçi HA, Özen MY, 2017.Acil sağlık hizmetlerine gereksiz başvuruların azaltılmasında önemli bir etken: sağlık okuryazarlığı. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 4(12), 47-62.
- Aslantekin F, 2011. Yetişkinlerin sağlık okuryazarlık durumları ve etkileyen Faktörler (Tip II Diyabetli Hasta Örneği). Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aşıcı M, 2009. Kişisel ve sosyal bir değer olarak okuryazarlık. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 7(17), 9-26.
- Bakan AB, Yıldız M, 2019. 21-64 Yaş grubundaki bireylerin sağlık okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesine ilişkin bir çalışma. *Sağlık ve Toplum*, 29(3), 33-40.
- Baker DW, Gazmararian JA, Sudano J, Patterson M, (2000).The associationbetweenageandhealthliteracyamongelderlypersons. **The Journals of Gerontology**, **55(6)**, **368-374**.
- Baker, D.W.,Gazmararian, J.A., Williams, M.V., Scott, T., Parker, R.M., Green, D. et al.(2002). FunctionalHealthLiteracyandthe Risk of HospitalAdmissionAmongMedicareManagedCareEnrollees. *AmericanJournal of PublicHealth*, 92(8), 1278-1283.
- Balçık PY, Taşkaya S, Şahin B, 2014. Sağlık okur-yazarlığı .*TAFPrevMedBull*, 13(4),321-326.
- Bennett IM. Chen J, Soroui JS. White S, 2009. The contribution of healthliteracytodisparities in self-ratedhealthstatusandpreventivehealthbehaviors in olderadults. *AnnFamMed*, 7(3),204-11.
- Berberoğlu U, Öztürk O, İnci MB, 2018. Bir aile sağlığı merkezine kayıtlı 18-65 yaş grubu bireylerdeki sağlık okuryazarlığı, 8(3), 575-581.
- Berens EM, Vogt D, Messer M, Hurrelmann K, Schaeffer D, 2016. Healthliteracyamongdifferentagegroupsin Germany: results of a cross-sectional survey. *BMC Public Health*,16(1151).
- Biçer EB, ve Malatyalı İ, 2018. Sağlık okuryazarlık düzeyinin belirlenmesi: sivas cumhuriyet üniversitesi örneği. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*,17(2),1-15.
- Bilir N, 2014.Sağlık Okuryazarlığı. *Turk J PublicHealth*, 12(1), 61-68.
- Breuer D, 2015. Sağlık okuryazarlığı sağlam kanıtlar. *Sağlıklı Kentler Birliği*.s.76.
- Bükecik N, 2019. Bir eğitim ve araştırma hastanesi çalışanlarının sağlık okur yazarlık düzeyleri ve ilişkili faktörler. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü.
- Çam C, Ünsal A, Arslantas D, Kılınç A, ve Öztürk Emiral G, 2021. Erişkinlerin bağışıklama bilgi yeterlilik düzeylerinin, tutum ve davranışları ile sağlık okuryazarlık düzeylerinin değerlendirilmesi . *Osmangazi Tıp Dergisi*, 43 (1), 7-19.
- Çimen Z, Temel AB, 2017. Kronik hastalığı olan yaşlı bireylerde sağlık okuryazarlığı ve sağlık algısı ilişkisi

- ve sağlık okuryazarlığını etkileyen faktörlerin incelenmesi. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 33(3), 105-125.
- Çopurları CK, Kartalı M, 2016. What is healthliteracy? How tomeasureit? Why is it important?.TJFM&PC, 10(1),42-47.
- Davis TC, CrouchMA , Long SW, Jackson RH, Bates P, George RB, Bairnsfather LE, 1991. Yetişkin birinci basamak hastalarının okuryazarlık düzeylerinin hızlı değerlendirilmesi. FamMed., 23(6), 433-5.
- Değerli H, Tüfekçi N, 2018. Toplumun sağlık okuryazarlık düzeyinin belirlenmesi, AVRASYA Uluslararası Araştırma Dergisi, 6(15), 467-488.
- Demirtaş E, 2019. Öğretmen adaylarının sağlık okuryazarlıkları ve sağlıkla ilgili yaygın inanışlara ilişkin biyolojik muhakemeleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Üniversitesi.
- Deniz S, Öztaş D, Akbaba M, 2018. Birinci basamak sağlık hizmetlerinde çalışan sağlık personelinin sağlık okuryazarlığı düzeyi ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Sakarya Tıp Dergisi, 8(2),214-228.
- Diñer A, 2017. Üniversite öğrencilerinin sağlık okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi . Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi , 26 (1) , 20-26 . Retrievedfrom<https://dergipark.org.tr/tr/pub/sted/issue/29095/312009>.
- Doğan M, ve Çetinkaya F, 2019. Akademisyenlerde sağlık okuryazarlığı düzeyinin olumlu sağlık davranışlarıyla ilişkisi. Sağlık Bilimleri Dergisi , 28 (3) , 135-141 .
- Doğan M, ve Özdemir F, 2021. The relationshipbetweenthehealthliteracylevel of pregnantwomenand Covid-19 knowledge, attitudesandbehaviors . Sakarya Tıp Dergisi, 11 (3), 533-541 . DOI: 10.31832/smj.897489.
- Dowse R, Lekoko L, Ehlers MS, 2010. Applicability of the REALM healthliteracy test tothepopulation of English secondlanguage South Africa.Pharmacy World Science,32(4), 464-71.
- Dumenci L, Matsuyama RK, Kuhn L, Perera RA, Siminoff LA, 2013. On thevalidity of therapidestimate of adultliteracy in medicine (REALM) scale as a measure of healthliteracy. NationalInstitutes of Health, 7(2), 134–143.
- Durmaz S, Sürücü E, ve Ozvurmaz S, 2020. Mermer fabrikası işçilerinde sağlık okuryazarlığı, sağlık algısı düzeyleri ve ilişkili faktörlerin belirlenmesi. MedicalSciences, 15 (3) , 81-91.
- Dwinger, S.,Kriston, L., Harter, M., Dirmaier, J. (2014). TranslationandVerification of a MultidimensionalTooltoEvaluateHealthLiteracy. John Wiley&SonsLtd.Sağlık Beklentileri,18, 2776–2786.
- Ertan D, ve Yılmaz M, 2021. Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde tedavi gören bebeklerin annelerinin sağlık okuryazarlık düzeylerinin evde bebek bakım bilgisi ile ilişkisi . İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 6 (2) , 31-38.
- Ertuğrul B, Albayrak S, 2021. Ebeveynlerin sağlık okuryazarlığı düzeyinin çocukluk dönemi aşılarna yönelik tutum ve davranışlarıyla ilişkisi. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 8(2): 186-195.
- Ganahl K, Weishaar H, Vogt D, Pelikan J, Schaeffer D, BerensEM, 2017. effects of healthliteracy on health service utilization. Findingsfromgermany. EuropeanJournal of PublicHealth, 27(3).
- Ganahl K, Weishaar H, Vogt D, Pelikan J, Schaeffer D, BerensEM, 2017. Effects of Healthliteracy on Health Service Utilization. Findingsfromgermany. EuropeanJournal of PublicHealth, 27(3).

- Holt KA, Overgaard D, Engel LV, Kayser L, 2020. HealthLiteracy, DigitalLiteracyand e-HealthLiteracy in DanishNursingStudent Sat EntryandGraduate Level: A Cross SectionalStudy. BMC Nursing, 19(22),1-10
- Holt KA, Overgaard D, Engel LV, Kayser L, 2020. Healthliteracy, digitalliteracyandehealthliteracyindanishnursingstudent sat entryandgraduatelevel: a crossectionalstudy. BMC Nursing, 19(22),1-10.
- <https://hsl.lib.unc.edu/health-literacy/assessing-health-literacy/>. Erişim Tarihi: 09.06.2021
- <https://sggm.saglik.gov.tr/TR,57003/turkiyenin-saglik-okuryazarligi-duzeyi-olculdu.html>. Erişim Tarihi: 07.06.2021.
- <https://www.cdc.gov/healthliteracy/developmaterials/audiences/olderadults/importance.html>. Erişim Tarihi:09.06.2021
- <https://www.who.int/healthpromotion/health-literacy/en/>. Erişim Tarihi: 26.05.2021.
- Ishikawa H, Yano E, 2008. Patienthealthliteracyandparticipation in thehealth-careprocess. Blackwell Publishing LtdHealthExpectations, 11, 113-122.
- Ishikawa H, Kiuchi T, 2010. Healthliteracyandhealthcommunication. BioPsychoSocialMedicine , 4(18), 1-5.
- İzoglu Tok A, ve Doğan Ö, 2021. 15-17 yaş arası ergenlerin deneyimlerinden sağlık okuryazarlığı kavramı: Nitel bir çalışma .TurkishJournal of PublicHealth, 19 (1), 79-91.
- Jessup, RL, Osborne, RH, Beauchamp A, Bourne A, Buchbinder R, 2018. Differences in healthliteracyprofiles of patientsadmittedto a publicandprivatehospital in Melbourne, Australia. BMC Health Services Research,18, 134
- Keleher H, Hagger V, 2007. Healthliteracy in primaryhealthservices. AustralianJournal of Basic Health, 13(2), 24-30.
- Kıckbusch IS, 2001. Healthliteracy: addressingithehealthandeducationdivide. Oxford UniversityPress 16(3), 288-297.
- Koh HK, Berwick DM, Clancy CM, Baur C, Brach C, Harris LM, Zerhusen EG, 2012. New federal policyinitiativestoboosthealthliteracy can helpthenationmovebeyondthecycle of costly ‘crisiscare’. HealthAff (Millwood), 31(2), 434-443.
- Köse E, Oturak G, ve Ekerbiçer H, 2021. Bir grup tıp fakültesi öğrencisinde geleneksel ve tamamlayıcı tıp tutumu ve sağlık okuryazarlığı ilişkisinin incelenmesi . Sakarya Tıp Dergisi, 11 (2), 373-380.
- Lee SD, Tsai T, Tsai YW, Kuo KN, 2010. Health literacy, health status, and healthcare utilization of Taiwanese adults: results from anational survey. Bio Med Central, 10,614.**
- Malatyalı İ, 2018. Üniversite öğrencilerinin sağlık okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Malik M, Hashmi A, Khalid J, Abbas M, 2017. Functionalhealthliteracyamongundergraduatepharmacystudents: a cross-sectionalstudyfrom Pakistan. Pharmacy&Pharmacology International Journal, 5(5), 190-194.
- McCray AT, 2005. Promotinghealthliteracy. Journal of theAmericanMedicalInformaticsAssociation, 12(2), 152-163.
- Moreira L, 2018. Healthliteracyforpeople-centredcare: Where do OECD countriesstand?.OECD HealthWorkingPaper No. 107

- Nutbeam D, 1998. Healthpromotionglossary. Oxford UniversityPress, 13(4), 369-364.
- Nutbeam D, 2000. Healthliteracy as a publichealthgoalchallengeforcontemporaryhealtheducationandcommunicationstrategiesinto The 21st Century. Oxford UniversityPress, 15(3), 259-267.
- Nutbeam D, 2008. The evolvingconcept of healthliteracy. SocialScience&Medicine, 67(12), 2072–78.
- Okur E, Evcimen H, ve Yağci Şentürk A, 2021. Sağlık hizmetleri meslek yüksekokulu öğrencilerinin sağlık okuryazarlığı düzeylerinin incelenmesi. Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 30 (1), 18-24 .
- Okyay P, Abacıgil F, 2016, Türkiye sağlık okuryazarlığı ölçekleri güvenilirlik ve geçerlilik çalışması.(1. Baskı). Sağlık Bakanlığı Yayın No:1025,99.
- Öncü E, Köksoy Vayısoğlu S, Güven Y, Aktaş G, Ceyhan H, ve Karakuş E, 2020. Bir il örneğinde hipertansiyon hastalarının sağlık okuryazarlık düzeyi, sağlık hizmetlerinin niteliğine ilişkin değerlendirmeleri ve ilişkili faktörler .TurkishJournal of PublicHealth , 18 (1) , 10-25.
- Özkan S, 2018. Türkiye sağlık okuryazarlığı düzeyi ve ilişkili faktörleri araştırması. T.C. Sağlık Bakanlığı, Ankara.
- Rasu RS, Bawa WA, Suminski R, Snella K, Warady B, 2015. Healthliteracyimpact on nationalhealthcareutilization an dexpnditure. International JournalofHealthPolicyand Management, 4(11), 747-755.
- Schillinger D, Grumbach K, Piette J, Wang F, Osmond D, Daher C, Palacios J, Sullivan GD, Bindman AB, 2002. Association of healthliteracywithdiabetesoutcomes. JAMA, 288 (4), 475-482.
- Sezgin D, 2013. Sağlık okuryazarlığını anlamak. Galatasaray Üniversitesi İletişim Dergisi, 73-92.
- Sykes S, Wills J, Rowlands G, Popple K, 2013.Understanding criticalhealthliteracy: a conceptanalysis. BMC PublicHealth, 13,150.
- Şahinöz T, Şahinöz S, Kıvanç A, 2018. Üniversite son sınıf öğrencilerinin sağlık okuryazarlığı düzeyleri üzerine karşılaştırmalı bir araştırma. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 7(3), 71-79.
- Şimşek Küçükkeleşçi D, Gölbaşı Z, Bayer N, Ağırbaş H, 2021. An investigation of therelationshipbetweenhealthliteracyandquality of life in pregnantwomen. ADYÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 7(3): 213-222.
- Şimşek T, 2019. Kayseri ilindeki lise öğrencilerinin sağlık okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi ve etkileyen faktörlerin saptanması. Sağlık Bilimlerinde Eğitim Dergisi, 2(1),43-52.
- T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020. Faaliyet Raporu.
- Uysal N, ve Yıldız G, 2021. Hemşirelik öğrencilerinin sağlık okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 10 (1) , 43-48.
- Vandenbosch J, Broucke SV, Vancorenland S, Avalosse H, Verniest R, Callens M, 2015. Healthliteracyandtheuse of healthcareservicesinBelgium.BMJ,0,1-7.
- Vernon JA, Trujillo A, Rosenbaum S, DeBuono B, 2007. Lowhealthliteracy: implicationsforationalhealthpolicy. School of publichealthandhealthservices, George Washington University.
- Volandes AE, Paasche-Orlow MK, 2007. Healthliteracy, health in equalityand a justhealthcaresystem. The AmericanJournal of Bioethics, 7(11), 5–10.

- Wolf MS, Gazmararian JA, Baker DW, 2005. Health literacy and functional health status among older adults. *American Medical Association*, 165(26), 1946-52.
- Yeşilçınar İ, Şahin E, ve Mercan D, 2021. Postpartum dönemdeki kadınların sağlık okuryazarlığı ile geleneksel uygulamalara başvurmaları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 15 (3), 594-601.
- Yeşildal M, ve Kaya ŞD, 2021. Yetişkin bireylerde dijital okuryazarlık ve sağlık okuryazarlığı arasındaki ilişki: konya örneği. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 30 (2) , 174-181.
- Yılmaz S, ve Günal AM, 2020. Bir vakıf üniversitesi sağlık bilimleri fakültesi öğrencilerinin sağlık okuryazarlık düzeyi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 23 (4), 547-560.

SAĞLIK KONTROL ODAĞI KAVRAMI: İÇERİK ANALİZİ
HEALTH CONTROL FOCUS CONCEPT: CONTENT ANALYSIS

Prof. Dr. Şebnem ASLAN

Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Konya.

ORCID ID: 0000-0003-2135-242X

Yüksek Lisans Öğrencisi Ganime KÖK

Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Bölümü, Konya

ORCID ID: 0000-0003-4201-0998

ÖZET

Günümüzde bireylerin yaşamlarını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmeleri için sağlık davranışlarını ne şekilde algıladıkları önem arz etmektedir. Sağlık davranışlarının temelini açıklamaya yönelik kavramlardan birisi kontrol (denetim) odağı kavramıdır. Bireylerin sağlıkla ilgili bakış açılarının sağlık durumlarındaki farklı etmenlere bağlı olarak değişmesi bireyin sağlık kontrol odağı yönelimlerini şekillendirmektedir. Bu yönelimlerin şekillenmesinde bireyin bulunduğu çevre ve kültür ile doğrudan ilişkilidir. Sağlık kontrol odağı, bireylerin sağlık veya hastalıkla ilgili ortaya çıkan sonuçlarını iç nedenlere mi yoksa dış nedenlere mi atfettiklerini değerlendirmektedir. Bu çalışmada sağlık kontrol odağı konulu çalışmaları içerik analizi yöntemi ile incelenmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmanın amacına uygun olarak sağlık kontrol odağı alanında ulusal literatürde yer alan çalışmalar incelenirken arama başlığı“sağlık kontrol odağı” terimi Ulusal Tez Merkezi Dergipark, TR Dizin üzerinden taranmıştır. Araştırma kapsamı 2016 yılı ve sonrası sağlık kontrol odağı konulu veri tabanlarından Ulusal Tez Merkezi’nde izinli olup 11 yüksek lisans tezi, 1 doktora tezi, 1 tıpta uzmanlık tezi, Dergipark’ta 2 araştırma makalesi ve TR Dizin’de 12 araştırma makalesi olmak üzere toplam 27 çalışma oluşturmaktadır.

Araştırmanın sonucunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, sağlık kontrol odağı konusu ile psikoloji, hemşirelik, halk sağlığı, beslenme ve diyetetik, kadın hastalıkları ve doğum, aile hekimliği, sağlık kurumları yönetimi genel ve dahili tıp, sağlık bilimleri ve hizmetleri, sosyoloji, eğitim bilimleri, ağız ve diş sağlığı hizmetleri konularıyla ilişkilendirildiği görülmektedir. Çalışmaların örneklem seçimi olarak ruh sağlığı tanısı almış bireyler, Tip 2 diyabetli hastalar, Tip 1 ve Tip 2 diyabetli hastalar, üniversite öğrencileri, adolesan hastaları, böbrek nakli olan hastalar, 0-6 yaş aralığı obezite sorunu olan çocuklar, 18-75 arası yetişkin sağlıklı bireyler, gebeler, meme kanseri hastaları, miyokard infarktüsü geçirmiş bireyler ve yabancı medikal turistler, adolesan hastaları, ebeveynler, psikiyatrik tanı alan evli bireyler ve sağlık çalışanlarından oluştuğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kontrol Odağı, Sağlık Kontrol Odağı, İçerik Analizi

ABSTRACT

Today, it is important how individuals perceive their health behaviors so that they can continue their lives in a healthy way. One of the concepts to explain the basis of health behaviors is the concept of locus of control. The change of individuals' health-related perspectives depending on different factors in their health status shapes the individual's health locus of control orientations. The shaping of these orientations is directly related to the environment and culture of the individual. The health locus of control assesses whether

individuals attribute their health or disease outcomes to internal or external causes. In this study, it is aimed to examine the studies on health control focus by content analysis method.

In accordance with the purpose of the research, while the studies in the national literature in the field of health control focus were examined, the search title "health control focus" term was scanned through the National Thesis Center Dergipark, TR Index. The scope of the research consists of 11 master's thesis, 1 doctoral thesis, 1 specialization in medicine, 2 research articles in Dergipark and 12 research articles in TR Index. It consists of 27 studies.

When the studies carried out as a result of the research are examined, it is seen that the focus of health control, psychology, nursing, public health, nutrition and dietetics, gynecology and obstetrics, family medicine, health institution management, general and internal medicine, health sciences and services, sociology, educational sciences, oral and It is seen that it is associated with dental health services issues. As the sample selection of the studies, individuals with mental health diagnosis, patients with Type 2 diabetes, patients with Type 1 and Type 2 diabetes, university students, adolescent patients, kidney transplant patients, children aged 0-6 with obesity problems, healthy adults aged 18-75. individuals, pregnant women, breast cancer patients, individuals with myocardial infarction and foreign medical tourists, adolescent patients, parents, married individuals with psychiatric diagnosis, and health workers.

Keywords:Locus of Control, Health Control Locus, Content Analysis

GİRİŞ

Sağlıkla ilgili değerlendirilmelerde önemli bir parametreye sahip olan kontrol odağı, bireyin sağlık durumu, yaşam denetimi, inançları ve bunların sonuçlarını etkilemektedir (Arslan, 2013, s. 1; Özkul, 2019, s. 1). Kişinin yaşamı boyunca meydana gelen bu sonuçlar bireyden bireye farklılık göstermektedir (Graffeo ve Silvestri, 2006). Yani bireyin davranışlarının iç kontrol mekanizması ve dış faktörlerin etkisiyle oluşan inanç, kontrol odağı olarak tanımlanabilmektedir (Wallston ve ark., 1987, s. 2). Kontrol odağının bireyin sağlıkla ilgili bakış açılarını şekillendiren boyutunu ise sağlık kontrol odağı belirlemektedir (Wallston ve Wallston 1982, s. 21).

Sağlık kontrol odağı, bireyin herhangi bir hastalık veya sağlık durumu sonuçlarında kontrolün kime ait olduğu yönünde bireyin inancını ölçen bir araç modelidir (Theofili, 2012). İlk ölçek, Rotter (1966) tarafından oluşturulan İç ve Dış Kontrol Odağıdır. Levenson (1973) tarafından ise dış faktörlerin alt boyutlarının şans ve güçlü diğer kişiler olarak ikiye ayrılması gerektiğini savunduğu için güçlü diğer kişiler ve şans alt boyutlarını da ele alan "Çok Boyutlu Kontrol Odağı Ölçeği'ni" geliştirmiştir. Levenson'ın çalışmasını temel alan Wallston ve arkadaşları ilk "Sağlık Kontrol Odağı" ölçeği ardından "Çok Boyutlu Sağlık Kontrol Odağı" ölçeğini geliştirmişlerdir (Wallston ve ark, 1971; Wallston ve ark, 1978). Ayrıca sağlık kontrol odağı, sadece genellenebilir değil, duruma göre değişik sonuçlar gösterebilen bir kavram olması nedeniyle "Çok Boyutlu Sağlık Kontrol Odağı Ölçeği" üç farklı form A, B ve C olarak geliştirilmiştir (Arslan, 2013, s. 1). A ve B formları genel popülasyonda herhangi bir kronik hastalık gibi ayırım olmaksızın kullanılabilir. C formu ise A ve B formlarından farklı olarak herhangi bir kronik hastalığa sahip bireylerde kullanılabilir (Krespi ve Arslan, 2014, s. 46; Güzel, 2017, s. 92).

KONTROL ODAĞI KAVRAMI

Sosyal öğrenme kuramı ve kontrol odağı kavramını ilk kullanan kişi Rotter'dır. Davranışçı kuramlarla bilişsel kuramları bütünleştiren sosyal öğrenme kuramında; davranışlar, beklentiler, davranışların sonuçları ve psikolojik durumlar olmak üzere dört farklı değişken bulunmaktadır. Bu değişkenler ise kontrol odağı beklentilerini oluşturmaktadır (Rotter, 1990).

Kontrol odağı kavramı, kişinin kendisini olumlu ya da olumsuz yaşantılar karşısında kendi yetenek ve davranışlarının bir sonucu olarak kader ya da şans veya kendisinden başka diğer güçlü bireyler gibi kendisinden bağımsız güçleri algılama yönündedir (Rotter, 1996). İç kontrol odağı ve dış kontrol odağı olmak üzere kontrol odağı kavramı iki gruba ayrılmaktadır (Bozdağ, 2016, s. 17). İç kontrol odağı, kişinin başına gelenler ile ilgili kontrolün kendinde olduğuna inanmaktadır. Kişi yaşadıklarının sorumluluklarını alabilme konusunda inancı yüksektir. Ayrıca iç kontrol odağı yüksek olan kişilerin olumlu benlik saygısı, öz saygısı daha yüksek ve duygusal açıdan da daha dengeli, sağlıklı kişiler olduğu saptanmıştır (Dağ, 2002; Bozdağ, 2016, s. 19). Kontrol odağı kavramının bir diğer boyutu dış kontrol odağı, davranışla ilgili sonuçların şans ya da güçlü diğerleri gibi kişinin kendisi ile ilgili olmayan dışsal diğer sebeplere bağladığı inançlar olarak tanımlanmaktadır (Rotter, 1966).

İç kontrol odağı eğilimi yüksek bireylerin, dış kontrol odağı eğilimi yüksek bireylere göre kendi beceri ve yorumlarına daha fazla güvendiği, sağlık ile ilgili yayınlara ve sağlıklarını korumak, iyileştirmek konusunda daha fazla çaba harcadığı belirlenmiştir. İç kontrol odağı eğilimi yüksek bireylerin koruyucu sağlık hizmetleri ile ilgili daha fazla sorumlulukları aldıkları, fiziksel sağlıklarını korumak, hastalık ve kaza durumlarına karşı tedbiri almada daha etkin oldukları ve tansiyon yüksekliği gibi olası sağlık sorunları ile ilgili daha fazla bilgiye ulaşmaya çalıştıkları görülmektedir (Wallston ve ark., 1976; Strickland, 1978; Dönmez, 1986; Rotter, 1990). Steptoe ve Wardle'nin 2001 yılı üniversite öğrencilerine yönelik yaptıkları araştırmada kontrol odağı ve sağlık ile ilgili davranışları (fiziksel aktiviteler, sigara veya alkol kullanımı) arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Kontrol odağının sağlıkla ilgili davranışları arasındaki ilişkiyi inceleyen bir diğer çalışmaya göre tütün kullanan bireylerin tütün kullanmayan bireylere göre iç kontrol odağı daha düşük ve şans kontrol odağı eğilimi daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Booth ve Butterfield, 2000).

SAĞLIK KONTROL ODAĞI KAVRAMI

Sağlık kontrol odağı kavramı kontrol odağının sağlık alanı ile ilgili olan boyutudur ve sağlık davranışlarının temelini açıklayan önemli bir kavramdır (Gönenç ve ark., 2016). İlk kez sağlık kontrol odağını değerlendirmek amacıyla tek boyutlu ve 29 maddeden oluşan bir ölçek geliştirilmiştir (Rotter, 1966, s. 20-22). Çok Boyutlu Sağlık Kontrol Odağı ölçeğini ise ilk Wallston ve arkadaşları (1976) tarafından geliştirilmiştir. Wallston ve arkadaşları (1978) tarafından kullanılan sağlık kontrol odağı kavramı, sağlık alanına özel olarak geliştirilmiş kontrol odağı inancının çok boyutlu şekli olarak tanımlanmaktadır. Sağlık davranışlarını anlama da, bireyin sağlık kontrol odağı inancı (iç, dış/güçlü diğerleri ya da şans) önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda, Rotter (1966)'ın kontrol odağı boyutları ile sağlık kontrol odağının alt boyutları birbiri ile uyumlu bulunmaktadır. Bu alt boyutlardan biri, iç kontrol odağı, bireyin sağlığını devam ettirebilmesinde kendi davranışlarının etkisi olduğuna yönelik beklenti oluşturmaktadır. Güçlü diğerlerinin ya da şansın etkisi olduğuna yönelik bireyin inancını temsil etmektedir (Wallston ve ark., 1982). Güçlü diğerleri kontrol odağı boyutu ya da şans, bireyin sağlığının sağlık personellerinin (doktor, hemşire vs.) aile bireyleri gibi diğer güç ya da otorite sahibi bireylere yani dış nedenlere atfedilmektedir (Wallston ve ark., 1978).

Kronik bir hastalığı olmayan kişilerin genel sağlıkları ile ilgili farklı bir kontrol algısına sahipken kronik bir hastalığı olan kişiler farklı bir eğilimde olmaktadır. Bu nedenle çok boyutlu sağlık kontrol odağı ölçeğinin üç farklı (A, B ve C) modelleri geliştirilmiştir. 18 maddeden ve 3 alt boyuttan (iç, dış/ diğer güçlü başkaları ve şans) oluşturulmuştur. Ölçeğin A ve B formları bireyin genel sağlık algısını, C formu ise kronik bir hastalığa sahip bireyin sağlık kontrol odağını ölçmektedir. Böylece ölçümler aracılığıyla toplum tarafından benimsenen inanç ve sağlık davranışlarının araştırılması, sağlık hizmetleri ve sağlık eğitimi faaliyetleri gibi konular açısından yol gösterici olmuştur (Wallston ve ark., 1978, İlhan ve ark., 2010; Arslan, 2013, s. 32).

YÖNTEM

Bu çalışmada 2016 yılı ve sonrası sağlık kontrol odağı alanında literatürde yer alan çalışmaların incelenmesi amaçlanmıştır. Sağlık kontrol odağı alanında literatürde yer alan çalışmalar incelenirken arama başlıkları olarak “sağlık kontrol odağı” belirlenmiştir. Araştırmanın kapsamına uygun olarak sağlık kontrol odağı alanında yapılan çalışmalar veri tabanı Ulusal Tez Merkez’inde izinli olup 11 yüksek lisans tezi, 1 doktora tezi, 1 tıpta uzmanlık tezi, Dergipark’ta 2 araştırma makalesi, TR Dizin’de 12 araştırma makalesi olmak üzere toplam 27 çalışma oluşturmaktadır.

BULGULAR

Tablo-1 Yayınların Yıllara Göre Dağılımı

| Yıl | Tez Sayısı | Makale Sayısı |
|---------------------|------------|---------------|
| 2016 | 2 | 4 |
| 2017 | 2 | 3 |
| 2018 | 2 | 3 |
| 2019 | 2 | 1 |
| 2020 | 2 | 1 |
| 2021 | 3 | 2 |
| Toplam | 13 | 14 |
| Genel Toplam | 27 | |

Tablo 1’de görüldüğü üzere, sağlık kontrol odağı konulu yayınlanan tezlerin ve makalelerin yıllara göre dağılımı gösterilmiştir. Ulusal Tez Merkezi verileri incelendiğinde, 2016 ve 2020 yılları arasında 2’şer tez yayını, 2021 yılında ise 3 tez yayını yayınlandığı görülmektedir. Makalelere bakıldığında ise 2016 yılında 4 adet çalışma, 2017 ve 2018 yılları arasında ise 3’er adet çalışma yayınlandığı görülmektedir. Tablo 1 incelendiğinde, sağlık kontrol odağına konulu literatürde yeterli tez ve makale çalışmasının olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo-2 Yayınların Üniversitelere Göre Dağılımı

| TezleriYayınlanan Üniversiteler | Tez yayın sayısı | Makale sayısı |
|---------------------------------|------------------|---------------|
| Adnan Menderes Üniversitesi | 1 | - |
| Ege Üniversitesi | 1 | - |
| Bahçeşehir Üniversitesi | 2 | - |
| Üsküdar Üniversitesi | 1 | - |
| Dokuz Eylül Üniversitesi | 2 | 1 |

Tablo-2.1 Yayınların Üniversitelere Göre Dağılımı

| Tezleri Yayınlanan Üniversiteler | Tez yayın sayısı | Makale sayısı |
|----------------------------------|------------------|---------------|
| Hacettepe Üniversitesi | 2 | - |
| İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi | 1 | - |
| İstanbul Üniversitesi | 1 | 2 |
| İstanbul Okan Üniversitesi | 1 | - |
| Namık Kemal Üniversitesi | - | 1 |
| Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi | - | 1 |
| Ankara Üniversitesi | | 1 |
| Bozok Üniversitesi | - | 1 |
| Ankara Medipol Üniversitesi | - | 1 |
| Kara Harp Okulu | - | 1 |

| | | |
|----------------------------|-----------|-----------|
| İstanbul Arel Üniversitesi | - | 1 |
| Düzce Üniversitesi | - | 1 |
| Marmara Üniversitesi | - | 1 |
| Gazi Üniversitesi | 1 | 1 |
| Selçuk Üniversitesi | - | 1 |
| Toplam | 13 | 14 |
| Genel Toplam | 27 | |

Tablo 2 ve Tablo 2.1’de görüldüğü üzere, sağlık kontrol odağı konulu tezlerin ve makalelerin yayınlandığı üniversitelerin dağılımı gösterilmiştir. Ulusal Tez Merkezi verileri incelendiğinde Bahçeşehir Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi’nin 2 adet tez çalışması diğer üniversitelerde ise 1’er adet tez çalışması yayınladığı görülmektedir. Makalelere bakıldığında ise İstanbul Üniversitesi’nin 2 adet çalışması bulunurken diğer üniversitelerin 1’er adet çalışma yayınladığı görülmektedir.

Tablo-3 Yayınların Konularına Göre Dağılımı

| Yayınlara Konu Dağılımı | Konu Sayısı (Tez) | Konu Sayısı (Makale) |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| Psikoloji | 5 | 2 |
| Hemşirelik | 3 | 1 |
| Halk Sağlığı | 1 | - |
| Beslenme Ve Diyetetik | 1 | - |
| Kadın Hastalıkları Ve Doğum | 1 | 1 |
| Aile Hekimliği | 1 | - |
| Sağlık Kurumları Yönetimi | 1 | - |
| Sağlık Bilimleri ve Hizmetleri | - | 3 |

Tablo-3.1. Yayınların Konularına Göre Dağılımı

| Yayınlara Konu Dağılımı | Konu Sayısı (Tez) | Konu Sayısı (Makale) |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|
| Genel ve Dahili Tıp | - | 1 |
| Davranış Bilimleri | - | 1 |
| Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri | - | 2 |
| Sosyoloji | - | 1 |
| Eğitim Bilimleri | - | 2 |
| Toplam | 13 | 14 |
| Genel Toplam | | 27 |

Tablo 3 ve Tablo 3.1’de görüldüğü üzere, sağlık kontrol odağı konulu tezlerin ve makalelerin konu dağılımı gösterilmiştir. Veriler incelendiğinde psikoloji konusunda 5, hemşirelik konusunda 3 ve diğer konularda ise 1’er çalışma yayınlandığı belirlenmiştir. Makalelere bakıldığında ise sağlık kontrol odağı ile ilişkili sağlık bilimleri ve hizmetleri alanında 3 adet çalışma, psikoloji, eğitim bilimleri ve ağız ve diş sağlığı alanlarında ise 2’şer adet çalışma yayınlandığı görülmektedir. Bu durumda sağlık kontrol odağına yönelik yeterli tez ve makale çalışmasının bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tablo- 4 Yayınlarda Sağlık Kontrol Odağı ile İlişkilendirilen Konular

| KONULAR | AÇIKLAMA |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hemşirelik | Apa (2021) tarafından yayınlanan yüksek lisans tezinde Tip 1 ve Tip 2 diyabet hastaları ile koçluk ve motivasyonel görüşmelerden sonra sağlık kontrol odağı puanlarında artış olduğu saptanmıştır. |
| Beslenme ve Diyetetik | Özkul'un 2019 yılında yayınlanan yüksek lisans tezinde 0 ile 6 yaş arasında çocuğu bulunan annelerin süt verme süresi ile eğitim düzeyleri arasındaki ilişki anlamlı bulunmamış fakat anne sütü verme ile odak yönelimi arasındaki ilişkide anlamlı bir fark bulunmuştur. |
| Hemşirelik | Büster (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmaya göre böbrek nakli olan hastaların dış kontrol ve iç kontrol odağı puanları yüksek, şans kontrol odağı puanı düşük olduğu tespit edilmiştir. Sağlık öz yeterliliği algısı orta düzeyde olan hastaların immunsupresif tedaviye uyumlarının yüksek olduğu bulunmuştur. |
| Psikoloji | Bozdağ (2016)'ın çalışmasının analiz sonuçlarına göre, sağlıklı yaşam biçimi davranışları ile çok boyutlu sağlık kontrol odağı arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. |
| Psikoloji | Celap (2020)'ın çalışmasının analiz sonuçlarına göre, katılımcıların psikolojik sıkıntı ve travma sonrası gelişim düzeylerinin düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca çok boyutlu sağlık kontrol odağının sadece iç sağlık kontrol odağı kullanılmış ve sonuç olarak yüksek düzeyde bulunmuştur. |

Tablo- 4.1. Yayınlarda Sağlık Kontrol Odağı ile İlişkilendirilen Konular

| KONULAR | AÇIKLAMA |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Halk Sağlığı | Güzel'in 2017 yılında çok boyutlu sağlık kontrol odağının A ve B formunu Türkçeye uyarlaması çalışmasında kota örnekleme yöntemi kullanılmış ve çalışmanın sonucunda ise A formu ölçek verileri geçerli ve güvenilir bulunurken B formu ölçek verileri geçerlilik ve güvenilirliği kabul bulunmamıştır. |
| Hemşirelik | Kılıç (2016) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde aile hekimliğine başvuran 325 hastanın öz-etkililik ölçeği ile diyet+ayak kontrolü alt boyutu ve sağlık kontrol odağı arasındaki ilişkide, iç kontrol sağlığı odağı ve güçlü diğerleri kontrol odağı alt boyutlarında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. |
| Psikoloji | Yortan (2017) tarafından hazırlanan çalışmaya katılan hastaların içselleştirilmiş damgalama düzeyleri ile sağlık kontrol odağı alt boyutları arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur. |
| Aile Hekimliği | Hazar'ın 2021 yılında yaşları 18-75 arasındaki bireylere yönelik yaptığı çalışma sonucunda dindarlık, sağlık kontrol odağı, komplo zihniyeti, paranoya eğilimli düşünce, bilime inanç ve eleştirel düşünme yeteneğini ile aşı tercihleri arasında anlamlı |

| | |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | bir ilişki bulunmamıştır. |
| Kadın Hastalıkları ve Doğum | Kızıoğlu (2018) tarafından gebelere yapılan çalışma sonucunda prenatal distresi ve sağlık kontrol odağı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca sağlık kontrol odağı ölçeğinin alt boyutlarıyla (iç, şans ve güçlü diğerleri) gebelikle ilgili eğitim programına katılma, aileden destek ilaç kullanımı değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. |
| Aile Hekimliği | Alduran (2021) tarafından yayınlanan uzmanlık tezine göre insan davranışları ve davranış değişikliğini tanımlayan birçok teoriyi (sağlık kontrol odağı, sağlık inanç modeli) incelediğinde, aktivasyonun tüm elemanlarını içermedikleri görülmüştür. Bu nedenle meme kanseri hastalarının sağlığını ve bilgi, beceri ve inancını ölçmek amacıyla hasta aktiflik ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. |
| Hemşirelik | Aslan'ın 2019 yılında adolesan hastalarının öz yeterlilik ve sağlık kontrol odağını güçlendirmek için yapılan görüşmeler ardından, sağlığı geliştiren yaşam biçimi davranışlarının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı saptanmıştır. |
| Sağlık Kurumları Yönetimi | Çapar (2018) tarafından medikal turistlere yapılan çalışma sonucunda iç sağlık kontrol odağı yüksek olan katılımcıların Türkiye ile ilgilenmede diğer katılımcılara göre daha yüksek motivasyana sahip olduğu saptanmıştır. |

Tablo- 4.3. Yayınlarda Sağlık Kontrol Odağı ile İlişkilendirilen Konular

| KONULAR | AÇIKLAMA |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Genel ve Dâhili Tıp | Kılıç ve Arslan (2018) tarafından diyabetli hastaların sağlık kontrol odağı düzeyi ölçülmüştür. Sağlık kontrol odağının alt boyutları (iç ve dış/ güçlü diğerleri ve şans) ile ilişki durum, eğitim durumu, yaşadığı kişi, düzenli egzersiz yapma arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. |
| Sağlık Bilimleri ve Hizmetleri | Önler ve arkadaşları 2019 yılında yapılan araştırma sonucunda, eğitim görülen okul türünün kişilerin sağlık kontrol odağı algıları üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca düzenli egzersiz yapan öğrencilerin iç kontrol odağına sahipken, alkol kullanmayan öğrencilerin şans kontrol odağına sahip olduğu tespit edilmiştir. |
| Davranış Bilimleri | Kara, Güzel ve Uçan tarafından 2016 yılında sağlık meslek yüksek okulu öğrencilerine yönelik yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin dış kontrol odağına sahip oldukları tespit edilmiştir. |
| Kadın Hastalıkları ve Doğum | Gönenç ve arkadaşları (2016)'nın araştırma sonucunda sağlık personeli tarafından verilen gebelik eğitiminden sonra gebe bireylerin iç kontrol odağı düzeyini olumlu yönde değiştirdiği tespit edilmiştir. |
| Sağlık Bilimleri ve Hizmetleri | Yorulmaz ve Erdem (2017) tarafından sağlık personellerine yapılan çalışma sonucunda şansa alt boyutunun ısrar boyutu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır. |
| Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri | Dündar, Çal ve Erkoca (2021) tarafından yapılan çalışmada ağız ve diş sağlığı davranışları puanı yüksek düzeyde olan bireylerin iç sağlık kontrol odağına sahip olduğu tespit edilmiştir bu durum ağız ve diş sağlığı davranışlarında sağlık kontrol odağı düzeyinin etkili olduğunu göstermektedir. |
| Sosyoloji | Erdem'in 2016 yılında yaptığı çalışmada zihinsel engelliler öğretmenlerinden elde |

| | |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Psikoloji | edilen veriler sonucunda problem odaklı stresle başa çıkma ve iç sağlık kontrol odağı arasındaki ilişkide psikolojik sermayenin aracı bir rol oynadığı saptanmıştır. |
| Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetleri | Şen tarafından 2017 yılında psikiyatrik tanı alan evli bireylere yönelik bir araştırma yapılmıştır. Araştırma sonucu şans kontrol odağı ile eşlerin birbiriyle uyumu ve problemlerle baş etme yöntemleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. |
| Psikoloji | Özveren (2017)'in araştırmasına göre öğrencilerin dış fırçalama durumu, genel ağız ve diş sağlığı algısı konusunda sağlık kontrol odağı ile ilişkili olduğu saptanmıştır. |
| Psikoloji | Gürel (2020) tarafından hazırlanan çalışma sonucunda iç kontrol odağı, anne ve babadan algılanan reddedici tutumlar ile babadan algılanan aşırı koruyucu tutum pozitif yönlü ve anlamlı ilişki bulunmuştur. |

Tablo- 4.4. Yayınlarda Sağlık Kontrol Odağı ile İlişkilendirilen Konular

| KONULAR | AÇIKLAMA |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eğitim Bilimleri | Yıldırım ve Maya (2018) tarafından yapılan araştırma sonucunda sağlık mesleği öğrencilerinin sınıf, yaş, cinsiyet farklılıkları iç kontrol odağı algısını etkilemediği tespit edilmiştir. |
| Hemşirelik | Kara Alkır ve İlhan (2021) adolesanların sağlık kontrol odağı puanı arttıkça, sağlık davranışlarında arttığı saptanmıştır. |
| Sağlık Bilimleri ve Hizmetleri | Kartal ve Gemlik (2018)'in bir devlet hastanesi çalışanlarına yaptığı araştırma sonucunda hemşire ve idari personel çalışanlarından evli olan bireylerin dış kontrol odağı düzeyinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. |
| Eğitim Blimleri | Kızanlıklılı ve Konaklıoğlu (2016) tarafından hazırlanan çalışma sonucunda üniversite öğrencilerinin kontrol odağı türüne göre geleceğini ve kaderini şekillendirdiği tespit edilmiştir. |

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde bireylerin sağlıklı bir yaşam devam ettirebilmeleri için sağlık kavramını nasıl tanımladıkları ve algıladıkları oldukça önemlidir (Bozdağ, 2016, s. 47). Bu nedenle bireyler için sağlıkla ilgili olan konuları düzenlenmesinde sağlık kontrol odağı (iç, dış/şans ve güçlü diğer başkaları) algıları da önemlilik arz etmektedir (Güzel, 2017, s. 109). Sağlık kontrol odağı aynı zamanda sağlıklı yaşam kalitesiyle birlikte, psikolojik sıkıntıları veya hasta bir bireyin tedaviye uyum sürecine de etkilemektedir (Arslan, 2013, s. 52; Celap, 2020, s. 124). Örneğin Büster'in 2020 yılındaki çalışmasının sonuçlarına göre böbrek nakli olan hastaların çok boyutlu sağlık kontrol odağı alt boyutlarından iç ve dış kontrol odakları yüksek, şans kontrol odağı alt boyutu düşük olduğu, sağlık öz yeterlilik algısı orta düzeyde ve immunsupresif tedaviye uyumlarının yüksek olduğu bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma önerisi olarak böbrek nakli olan hastaların iç kontrol odağını artırmaya yönelik, nakil sonrası sağlıklı yaşam tarzında meydana gelebilecek değişiklikler için eğitimler planlanmalıdır (Büster, 2020, 41). Sağlık eğitimleri yalnızca hastalara yönelik değil, hasta sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli bir role sahip olan hemşirelerin çalıştıkları kurumlar tarafından sağlık kontrol odaklarını geliştirebilmek için eğitimler verilmesi önerilmektedir. Böylece

eğitimlerle, hemşirelerin ve hastaların iç kontrol odağı geliştirilebilir ve tedaviye uyum sürecini de artırılabilir (Kılıç, 2016, s.52; Celap, 2020, s. 124). Ayrıca hasta bakımının planlanmasında sağlık kontrol odağı ve öz yeterlilik arasındaki ilişki hemşireler tarafından bütüncül bir bakım planlamaları yapılması önerilmektedir (Yurttaş ve ark., 2021, s. 310). Sağlık sektörü içerisinde tıbbi bakımın kalitesi medikal turizm destinasyon seçiminde önemli bir rol oynadığı için ülkemizde medikal turistlere hizmet sunan hastanelerin verdikleri tıbbi bakımın kaliteli bir şekilde vermeleri önerilebilir (Çapar, 2018, s. 118). Kılıç ve Arslan (2018, s. 126) tarafından diyabetli hastaların sağlık kontrol odağı düzeyi ölçülmüştür. Diyabetli hastaların daha çok dış sağlık kontrol odağına sahip olmaları nedeniyle hemşireler tarafından bağımsızlıklarını korumak için iç kontrol odaklarının geliştirilmesi yönünde hastalara destek sağlanmalıdır. Eğitim konusunda ise öğrencilerin iç sağlık kontrol odağı algıları geliştirilmeli böylece öğrencilerin kendi sağlığı ile ilgili alacağı kararlarda daha cesaretli davranması sağlanabilir (Önler ve ark., 2019, s. 225). Yapılan bir diğer araştırmada sağlık meslek yüksek okulu öğrencilerinin dış kontrol odağına sahip bireylerin sorumluluk duygusu düşük düzeyde bulunmuştur (Kara, Güzel ve Uçan, 2016, s. 156). Hemşirelik bölümü öğrencilerinin sağlık ve hastalıkta sorumluluk duygusunu geliştirmek için iç sağlık kontrol odağını geliştirmeye yönelik teşvik edilmelidir. Bu nedenle hemşirelik eğitim programlarına sağlık sorumluluğunu artıracak projeler eklenmelidir (Önler ve ark, 2019, s. 229). Bir diğer eğitim ise ağız ve diş sağlığıdır. Bunun içinde müfredata eğitim süresi boyunca ağız sağlığını geliştirmeye yönelik içeriklerin eklenmesi önerilmektedir (Dündar, Çal ve Erkoca, 2021). Çünkü hemşirelerin ağız ve diş sağlığı konusunda bilgili duyarlı ve istekli olmaları hasta bakımlarına yansiyacaktır (Özveren, 2017, s. 164). Kartal ve Gemlik (2018) tarafından araştırılan bir sonuca göre hemşire ve idari personellerden evli olan bireylerin dış kontrol odağı düzeyi yüksek bulunmuştur. Bu nedenle dış kontrol odağı yüksek olan bireyleri motive etmek için prim sistemi ile desteklenmeli, başarıları ödüllendirilmeli, kişisel gelişim eğitimi verilerek bireylere destek olunmalıdır (Kartal ve Gemlik, 2018, s. 51). Ayrıca iç kontrol odağına sahip öğrenciler için kariyer sürecinde karşılaşılan zorluklara yönelik araştırmaların yapılması literatüre bilimsel bir katkı sağlayacaktır (Kızanlıklılı ve Konaklıoğlu, 2016, s. 187-188).

Çok Boyutlu Sağlık Kontrol Odağına yönelik eğilimlerle bireyin sağlıklı beslenme alışkanlıkları kazandırmak ve obezite ile mücadelede daha bilinçli davranılmasını sağlayarak sağlıklı nesiller elde edilebileceği de tahminler arasında yerini almaktadır (Özkul, 2019, s. 44). Bilimsel çalışmalarda katılımcıların şans veya kader gibi kavramların net olmadığı için farklı atfedilmesini önlemeye yönelik ölçek düzenlemesi çalışmaları yapılabilir, kavramlarla ilgili bilgilendirilebilir (Yortan, 2017, s. 64). Ayrıca sağlık kontrol odağının zaman veya durumlara bağlı olarak ya da kültürel farklılıklar nedeniyle sonuçlar birbirinin aynı olmayabilir (Cvengros ve ark., 2015; Güzel, 2017, s. 109-110). Bu sebeplerle de sağlık kontrol odağı ölçeği ile değerlendirebilecek farklı değişkenler kullanılması literatüre zengin bilgiler kazandırılacaktır (Bozdağ, 2016, s. 51).

Araştırmanın sonucunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, sağlık kontrol odağı konusu ile psikoloji, hemşirelik, halk sağlığı, beslenme ve diyetetik, kadın hastalıkları ve doğum, aile hekimliği, sağlık kurumları yönetimi genel ve dahili tıp, sağlık bilimleri ve hizmetleri, sosyoloji, eğitim bilimleri, ağız ve diş sağlığı hizmetleri konularıyla ilişkilendirildiği görülmektedir. Çalışmaların örneklem seçimi olarak ruh sağlığı tanısı almış bireyler, Tip 2 diyabetli hastalar, Tip 1 ve Tip 2 diyabetli hastalar, üniversite öğrencileri, adolesan hastaları, böbrek nakli olan hastalar, 0-6 yaş aralığı obezite sorunu olan çocuklar, 18-75 arası yetişkin sağlıklı bireyler, gebeler, meme kanseri hastaları, miyokard infarktüsü geçirmiş bireyler ve yabancı medikal turistler, adolesan hastaları, ebeveynler, psikiyatrik tanı alan evli bireyler ve sağlık çalışanlarından oluştuğu görülmektedir.

Sağlık kontrol odağı konusu üzerine yayınlanan tezlerin ve makalelerin üniversite dağılımı incelendiğinde Bahçeşehir Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi'nin 2 adet tez çalışması ve diğer üniversitelerde 1'er adet tez çalışması yayınladığı belirlenmiştir. Makalelere bakıldığında ise İstanbul Üniversitesi'nin 2 adet çalışması bulunurken diğer üniversitelerin 1'er adet çalışma yayınladığı belirlenmiştir. Ayrıca 2016 ve 2020 yılları arasında 2'şer adet tez yayını, 2021 yılında ise 3 adet tez yayını

yayınlandığı görülmektedir. Makalelere bakıldığında ise 2016 yılında 4 adet çalışma, 2017 ve 2018 yılları arasında ise 3'er adet çalışma yayınlandığı belirlenmiştir. Dolayısıyla sağlık kontrol odağı konusuna yönelik daha fazla tez ve makale çalışması yayınlarak literatüre katkı sağlanması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Açıkgöz Çepni, S. 2010. Üniversite Öğrencilerinde Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları İle Sağlık Kontrol Odağı ve Sağlık Öz Yeterliliği İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Alduran, Ö. 2021. Kadınlarda Meme Kanseri Tarama Davranışı ve Hasta Aktiflik Düzeyi. Tıpta Uzmanlık Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Apa, S. 2021. Tip 1 ve Tip 2 Diyabette Koçluk ve Motivasyonel Görüşmenin A1C Düzeyi Ve Sağlık Kontrol Odağına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Arslan, I. 2013. Çok Boyutlu Sağlık Denetim Odağı Ölçeği C Formu: Türkiye Geçerlik-Güvenirlik Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Booth-Butterfield, M., Anderson, R. H., and Booth-Butterfield, S. 2000. Adolescents' Use of Tobacco, Health Locus of Control, and Self-Monitoring. *Health Communication*, 12(2), 137–148. doi:10.1207/s15327027hc1202_2.
- Bozdağ, G. 2016. Üniversite Öğrencilerinde Sağlık Kontrol Odağı ve Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Arasındaki İlişki. Üsküdar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek lisans Tezi. İstanbul.
- Büster, S. 2020. Böbrek Nakli Olan Hastalarda Kontrol Odağı, Öz Yeterlik Algısı Ve Tedaviye Uyum. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Celap, A. 2020. Miyokard İnfarktüsü Geçirmiş Kişilerin Psikolojik Sıkıntı Ve Travma Sonrası Gelişim Düzeyleri Ve İlişkili Değişkenlerin Bilişsel Adaptasyon Kuramı Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Çapar, H. 2018. Medikal Turizmde Destinasyon Seçimini Etkileyen Faktörler: Yabancı Medikal Turistlerin Türkiye Algısını Ölçmeye Yönelik Bir Çalışma. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Dağ, İ. 2002. Kontrol odağı ölçeği: ölçek geliştirme geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Türk Psikoloji Dergisi*, 17 (49), 77-90.
- Dönmez, A. 1986. Kontrol odağı: temel araştırma alanları. *Ankara Üniversitesi. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(1): 259-280.
- Dündar N, Çal A, Erkoca S. 2021. Üniversite Öğrencilerinin Ağız Diş Sağlığı Davranışlarına İlişkin Algıları. *STED/Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 30(4), 258 - 268. Doi: 10.17942/sted.960223.
- Erdem, H. (2016). Stresle Başa Çıkma İç Kontrol Odağının Yordayıcı Gücü ve Psikolojik Sermayenin Aracılık Rolü. *Türk Psikoloji Dergisi*, 31(78), 1 - 12.

- Gönenç, G. , Duyan, G. , Erkal, S. , Purutçuoğlu, E. ve Güven , H. (2016). Antenatel dönemde verilen gebe eğitiminin fetel sağlık kontrol odağına etkisinin incelenmesi. Jinekoloji-Obstetrik ve Neonetoloji Tıp Dergisi, 13(1), 12-17.
- Gönenç, İ. M, Duyan, V., Erkal S.İ, Purutçuoğlu E, Güven H. K. 2016. Antenatal Dönemde Verilen Gebe Eğitiminin Fetal Sağlık Kontrol Odağına Etkisinin İncelenmesi. Jinekoloji-Obstetrik ve Neonatoloji Tıp Dergisi, 13(1), 12 - 17.
- Graffeo LC, Silvestri L. Relationship between locus of control and healthrelated variables. Education. 2006;126(3):593-96
- Gürel, G. 2020. Lise Öğrencilerinde Yeme Tutumu Üzerinde Beden Algısı, Kontrol Odağı ve Ebeveyn Tutumunun Etkisi. İstanbul Arel Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Güzel, A. 2017. Çok Boyutlu Sağlık Kontrol Odağı Ölçeği A ve B Formlarının Türkçe Geçerlik ve Güvenirliği. Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Harlak, H. 2014. Üniversite öğrencilerinin sağlığı koruyucu alışkanlıkları ve belirleyicileri. TAF Prev Med Bull, 13(6):469-78.
- Hazar, D. 2021. Türkiye'de Covid-19 Aşısı Olma İsteği ve İsteksizliği ile İlişkili Bireysel Faktörleri Anlamak. Yüksek Lisans Tezi. Klinik Psikoloji, İstanbul.
- İlhan, N. , Batmaz, M. ve Akhan, L. 2010. Üniversite Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları. Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilimi ve Sanat Dergisi, 3(3), 35-38.
- Kara Alkır, Y ve İlhan, N. 2021. Adolesanlarda Sağlık Denetim Odağı ile Sağlık Davranışları Arasındaki İlişki: Kesitsel Bir Çalışma.
- Kara F, Güzel A, Uçan S. 2016. Sağlık yüksekokulu öğrencilerinin kontrol odağı algısı ve ilişkili bazı faktörlerin belirlenmesi. HSP2016;3(3):148-159
- Kartal, H ve Gemilik, H.N. 2018. Hastane Çalışanlarının Öğrenilmiş Güçlülük Düzeylerinin İç Dış Kontrol Odağına Olan Etkisinin Yönetimsel Açından İncelenmesi: Bir Hastane Uygulaması. Marmara Üniversitesi, Usaysad Derg, 2018; 4(1): 40 -53.
- Kılıç, M ve Arslan, S. 2018. Tip 2 Diyabetli Bireylerin Sağlık Kontrol Odaklarının Değerlendirilmesi. TJFMPC, 12 (2): 126-135. DOI: 10.21763/tjfmpe.43254
- Kılıç, M. 2016. Tip 2 Diyabetli Bireylerin Öz-Etkililik Düzeyleri Ve Sağlık Kontrol Odağı İle İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kızanlıkl, M. & Konaklıoğlu, E. 2016. Üniversite Öğrencilerinin Kontrol Odağı ve Kariyer Tercihlerinin Zaman Yönelimleri Üzerindeki Rolü . Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 18 (1) , 172-191 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/gaziuiibfd/issue/28289/300488>.
- Kızıoğlu, F. 2018. Prenatal Tanı Testi İçin Başvuran Gebelerin Distres Düzeyleri ile Bebek Sağlık Denetim Odağının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Krespi, M.R., Arslan, I., 2014. Çok boyutlu sağlık denetim odağı ölçeğinin C formunun güvenilirlik ve geçerlilik çalışması. PSİDE Psikolojik Danışma ve Eğitim Dergisi.1 (1):45-67.
- Levenson, H. 1973. Reliability and validity of the I, P, and C scales - a multidimensional view of locus of control. American Psychological Association Convention, 9:1-8
- Önler E., Yıldız T., Topçu B., Bahar S., Güler, MC. 2019. Assessment of nursing and technical sciences students' perceptions of the health locus of control. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 22(4):225- 230. DOI: 10.17049/ataunihem.430632.
- Özkul, E. 2019. Annelerin Çok Boyutlu Sağlık Kontrol Odağı Algısının 0-6 Yaş Çocukluk Çağı Obezitesi İle İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Özveren H,Gülner E,Özden D. 2017. Hemşirelik Öğrencilerinin Ağız Dış Sağlığı Algılarının Belirlenmesi. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 19(3), 158 - 166. Doi: 10.24938/kutfd.320014.
- Rotter, J. B. 1966. Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. Psychological Monographs: General and Applied, 80(1), 1–28. doi:10.1037/h0092976.
- Rotter, J. B. 1990. Internal versus external control of reinforcement: A case history of a variable. American Psychologist, 45(4), 489–493. doi:10.1037/0003-066x.45.4.489.
- Stephoe, A., and Wardle, J. 2001. Locus of control and health behaviour revisited: A multivariate analysis of young adults from 18 countries. British Journal of Psychology, 92(4), 659–672. doi:10.1348/000712601162400.
- Strickland, B. R. 1978. Internal–external expectancies and health-related behaviors. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 46(6), 1192–1211. doi:10.1037/0022-006x.46.6.1192.
- Şen E. T,Oğuz E. U. 2017. Psikiyatrik Tanı Alan Bireylerin ve Eşlerinin Evlilik Uyumları. Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi /Journal of Health Sciences and Professions, 4(1), 16 - 24.
- Theofili, P. 2012. Self-esteem in greek dialysis patients the contribution of health locus of control. Iran J Kidney Dis., 6(2):136-40.
- Ulamış B, Özmen D. 2014. Bir kamu hastanesinde çalışan hemşirelerin sağlıklı yaşam biçimi davranışları ile sağlık kontrol odağı arasındaki ilişki. Tepecik Eğitim Hast Derg., 24(2):119-25
- Wallston KA, Wallston BS, DeVellis R. 1978. Development of multidimensional health locus of control (MHLC) scales. Health Education Monographs, 6, 160-170.
- Wallston, B. S., Wallston, K. A., Kaplan, G. D., Maides, S. A. 1976. The development and validation of the health related locus of control (HLC) scale. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 44(4), 580-585.
- Wallston, K. A., Wallston, B. S., Smith, S., and Dobbins, C. J. 1987. Perceived control and health. Current Psychology. 6 (1), pp. 5–25.
- Wallston, KA, Wallston BS. 1982. Who is responsible for your health: the construct of health locus of

control. Social Psychology of Health and Illness, 65- 95.

Yıldırım, C ve Maya. A.S. 2018. Sağlık Mesleği Öğrencilerinde Sigara Kullanımı, Problem Çözme Becerisi ve Kontrol Odağı Algılarının Değerlendirilmesi. Düzce Tıp Fakültesi Dergisi / Duzce Medical Journal, 19(3):70-74.

Yortan N., 2017. Ruh Sağlığı Birimine Başvuran Bireylerin İçselleştirilmiş Damgalama Düzeyleri İle Sağlık Kontrol Odağı İnançları Arasındaki İlişki. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Yorulmaz, R, Erdem, R. 2017. Hastane Çalışanlarında Kontrol Odağının Öz Ve Kolektif Yeterlilik Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 8(19), 77 - 92. Doi: 10.21076/vizyoner.317182.

Yurttaş, A, Özmen S, Kant, E., Balcı Akpınara, R. 2021. Multipl Sklerozlu Hastalarda Öz Yeterlilik ve Sağlık Kontrol Odağı Arasındaki İlişki. Türkiye Klinikleri Hemşirelik Bilimleri Dergisi, 13(2):310-7.

ASSESSMENT OF LQR AND EXPLICIT MPC METHODS FOR AN INVERTED PENDULUM ON A CART SYSTEM

Hüseyin Emre ÖZGÜR

Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Mechanical Engineering Department,
Adana, Turkey

ORCID NO: 0000-0001-6368-0689

Asst. Prof. Dr. Necdet Sinan ÖZBEK

Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Electrical-Electronics Engineering
Department, Adana, Turkey

ORCID NO: 0000-0002-7184-9015

Asst. Prof. Dr. Mehmet İlteriş SARIGEÇİLİ

Çukurova University, Mechanical Engineering Department, Adana, Turkey.

ORCID NO: 0000-0002-9969-2005

ABSTRACT

In this study, the inverted pendulum on a cart (IPC) system, which is an unstable under-actuated nonlinear system, is investigated with two optimal control techniques. The elaborated control techniques are Linear Quadratic Regulator (LQR) and Explicit Model Predictive Control (MPC). The experiments are evaluated in two phases; an LQR controller with various control parameters and an explicit MPC scheme with various position and pole angle weights. The numerical applications are performed by the model predictive control toolbox of Matlab®/Simulink®. The analysis and modification of MPC performance are inspected on Output Variables (OV) namely cart position and pole angle. The advantages and drawbacks of controller techniques are discussed in terms of time-domain specifications.

Keywords: inverted pendulum, nonlinear system, LQR, MPC, explicit MPC

ÖZET

Bu çalışmada; kararsız, eksik eyleyicili doğrusal olmayan bir sistem olan araba üzerinde ters sarkaç (IPC) sistemi iki optimal kontrol tekniği altında incelenmiştir. Ele alınan kontrol teknikleri; Doğrusal Kuadratik Regülatör (LQR) ve Model Öngörülü Kontroldür (MPC). Deneyler iki aşamada değerlendirilmiştir; çeşitli kontrol parametrelerine sahip bir LQR kontrolörü ve farklı pozisyon ve kutup açısı ağırlıklarına sahip model öngörülü kontrol. Sayısal uygulamalar, Matlab®/Simulink®'in model öngörücü kontrol araç kutusu ile yürütülür. MPC kontrolör performansının analizi ve modifikasyonu araba konumu ve kutup açısı olarak adlandırılan çıkış değişkenleri (OV) üzerinde incelenir. Kontrolör tekniklerinin avantajları ve dezavantajları, zaman alanı özellikleri açısından tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ters sarkaç, doğrusal olmayan sistemler, LQR, MPC, explicit MPC

1. INTRODUCTION

From a control point of view, an inverted pendulum comprises a variety of challenges such as modeling the

physical system, validating the model, identifying the linear approximation of the system around particular operating points, and creating the structural restrictions of the system.

The linear control strategy's basic structure and straightforward computation of the control signal increase efficiency by minimizing processor load. However, because conventional control methods do not take into consideration the constraints of system states or actuators, the control signal might reach very high levels to achieve the performance criteria. Model-based predictive control (MPC) refers to a control approach that is based on the notion of forecasting future system behavior and optimizing control parameters by utilizing mathematical models of dynamic systems. One of the most notable advantages of the MPC technique is that it is simple to implement in multivariate system control. Other significant advantages include its capacity to avoid the influence of time delays due to its nature and the systematic inclusion of system restrictions in the design process.

The main motivation of this research is to create a starting point to compare LQR and MPC by using a testing environment. This research provides a basis data to compare performance measurements caused by improvements and modifications on controller parameters and architectures. In this manner, the properties of; constrained as well as unconstrained input, noisy measurement feedback, and disturbance effect will be analyzed with the elaborated control methods.

This study is organized as follows. The introduction section presents the main motivation of the current research. Furthermore, the model of the inverted pendulum system on the cart and the dedicated control techniques are introduced. The theoretical background of the elaborated control techniques is addressed in section II. The performance results of the control applications are given in section III. The discussion on the control performance and stability of the techniques is presented in section IV, wherein the control parameter effects are given with various simulation scenarios. Finally, some concluding remarks are presented in the last section.

1.1. Inverted Pendulum on Cart

The main task of the IPC is balancing an inverted pendulum on a moving cart. To balance the pole, only horizontal force input on the cart is permitted (Tedrake, 2021). The IPC system is an unstable, single-input multiple-output (SIMO), under-actuated nonlinear system with non-minimum phase zero dynamics. With these special characteristics, it is possible to test a large variety of control methods on the IPC.

Due to a wide range of implementation possibilities of different control approaches on the IPC, some modern examples of various control methods applied on the IPC can be given as; LQR (Vinodh Kumar & Jerome, 2013), LQG (Eide et al., 2011), non-linear (Boubaker, 2013), data-driven (Baciu & Lazar, 2021), MPC (Askari et al., 2009), etc.

1.2. Model Predictive Control

The optimization of an industrial process is critical to its performance and profitability. Full State Feedback (pole placement) has been utilized to enhance processes for fundamental optimum control. Gain parameters are determined in pole positioning to make the closed-loop system stable and consistent (Kautsky et al., 1985). Those gain elements manipulate eigenvalues and input scale. Pole placement solution becomes problematic after 2nd-degree polynomials due to the increased complexity of solutions. Kalman (Kalman, 1960) improved optimal control by using a quadratic cost function in the controller for optimization and this method was named Linear Quadratic Regression (LQR) control. Those solutions have an infinite horizon approach, a solution found for the whole process at one time.

A number of challenges can be encountered in real-time applications. For instance, disturbances and noise in measurement are the most common challenges. These undesirable effects may not be predicted before the application is carried out. Also, there may be some deficiencies or inaccuracies in modeling. In addition, the system may have multiple inputs and outputs that make it difficult to obtain precise results. By

considering these problems, a newer approach, the finite horizon approach has been suggested. Instead of finding optimal solutions for all time (infinite horizon), finite horizon utilization was proposed as a predictive controller. As a result, that controller, MPC, finds changes in optimal control signal online for the finite horizon. During operations, this finite horizon model optimization is done iteratively for each time step. The general strategy of MPC can be seen in Figure 1.

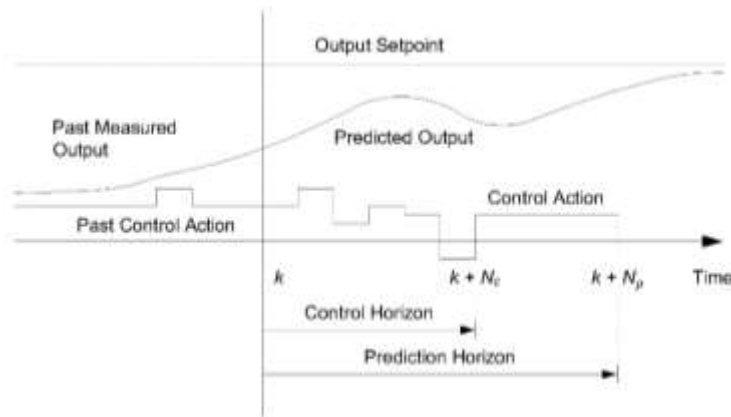


Figure 1. MPC Horizon Scheme

MPC predicts output in a range of prediction horizon and predicts required Δu in range of control horizon (after that point, Δu assumed as 0) in a stepwise manner. MPC approach has several advantages. MPC is practical and it can optimize online in determined constraints (Lee et al., 1994). Also, MPC can be used for a variety of systems such as open-loop, unstable, non-minimum phase, large delays (Ramdani & Grouni, 2017). Two main MPC approaches namely, implicit and explicit, are frequently used in the literature. The implicit approach is the classical MPC method, wherein the solutions are found by solving system equations in an online manner. On the other hand; in the explicit method, solutions are found across all regions in an offline manner by converting the process calculations to piecewise affine functions which require fewer computation costs.

A modern example of the implicit MPC application has been given in (Gulan et al., 2019). In their study, the swing up and stabilization process of the IPC has been done by using an implicit controller. Bemporad et al. (Bemporad et al., 2002) have presented the foundation study of explicit MPC. In their study, they presented creating segmentation of state-space model to be used with piecewise affine function which reduces computation cost. Bemporad (Bemporad, 2013) also published a book section for The Encyclopedia of Systems and Control about Explicit MPC with detailed explanations of Explicit MPC control. As a more recent example, Tijani et al. (Tijani & Jimoh, 2021) used an explicit controller approach with multi-parametric programming to control double inverted pendulum.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Material

The system model represented in Figure 2a has one control input. The controllers use reference trajectory, position state feedback, and pole angle state feedback. The general diagram of the control structure is shown in Figure 2b. As a computation and simulation tool, the Matlab[®]/Simulink[®] program, the Control Toolbox, and the MPC Control Toolbox have been used.

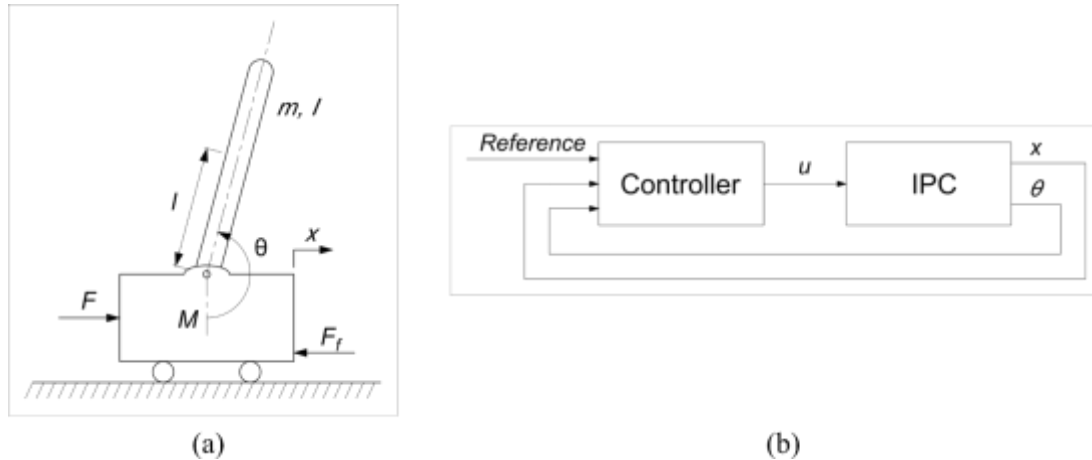


Figure 2a) Schematic representation of an IPC **2b)** Block diagram of a used closed-loop structure:

Wherein, M , m , b , l , I , F , and F_f represent the mass of the cart, the mass of the pendulum, coefficient of friction between the ground and cart, length to the pendulum center of mass (COM), mass moment of inertia, force applied to the cart and friction, respectively. Furthermore, u , x , and θ show control signal, state of cart position, and pole angle, respectively. The numerical values of the parameters are given in Table 1.

Table 1. The numerical values of IPC parameters

| M | m | b | l | I |
|-------|-------|-------------|-------|-------------------------|
| 0.5kg | 0.2kg | 0.1 N/m/sec | 0.3 m | 0.006 kg.m ² |

The dynamical equations of the IPC (Franklin et al., 2015) have been shown in Eq.1 and Eq. 2.

$$(M + m)\ddot{x} + b\dot{x} + ml\ddot{\theta}\cos\theta - ml\dot{\theta}^2 \sin\theta = F \quad (\text{Eq.1})$$

$$(I + ml^2)\ddot{\theta} + mgl \sin\theta = -ml\ddot{x} \cos\theta \quad (\text{Eq.2})$$

In this study, LQR and explicit MPC have been utilized. Both approaches are based on linear system solutions. However, the governing system equations are nonlinear. Hence, those equations have to be linearized before the utilization of the control methods. Linearization can be achieved by selecting an equilibrium point

then a nonlinear system can be linearized near the selected point. During the linearization, the upward position ($\theta = \pi$) has been selected as the equilibrium point. The linearized model of the nonlinear system can be employed for small angular deviation (ϕ) where ϕ has been limited to $\pm 20^\circ$. The results of the linearized system and the linear governing equations have been given in Eq.3 and Eq.4.

$$(I + ml^2)\ddot{\phi} - mgl\phi = ml\ddot{x} \quad \text{Eq.3}$$

$$(M + m)\ddot{x} + b\dot{x} - ml\ddot{\phi} = u \quad \text{Eq.4}$$

The state-space model has been implemented for the IPC system. The obtained equations of the linearized IPC system have been shown in Eq.5 and Eq.6. The obtained state-space model has been utilized for both the LQR approach and the Explicit MPC approach (Ctms.engin.umich, n.d.)

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \ddot{x} \\ \dot{\phi} \\ \ddot{\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-(I + ml^2)b}{I(M + m) + Mml^2} & \frac{m^2gl^2}{I(M + m) + Mml^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{-mlb}{I(M + m) + Mml^2} & \frac{mgl(M + m)}{I(M + m) + Mml^2} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \\ \phi \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} \quad (\text{Eq.5})$$

$$+ \begin{bmatrix} 0 \\ I + ml^2 \\ \frac{I(M + m) + Mml^2}{} \\ 0 \\ ml \\ \frac{I(M + m) + Mml^2}{} \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \\ \phi \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} u \quad (\text{Eq.6})$$

2.2. Method

In the first scenario, the step response of the state-space model has been obtained. Later on, experiments continued in two stages; an LQR controller with various Q & R matrices and an explicit MPC controller with various position and pole angle weights.

2.2.1. Application of LQR

LQR is an optimal control approach and can be summarized as improved full state control by using the quadratic optimization approach. The controller gain K is utilized to obtain desired plant outputs. In LQR, a cost function is used to minimize the system cost which also leads to desired outputs. The cost function for the linear continuous system has been shown in Eq. 7.

$$J(\mathbf{u}) = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u + 2x^T N u) dt \quad (\text{Eq.7})$$

The K (gain) is calculated in Eq.8 by utilizing Riccati equations which lead to solution S (shown in Eq.9).

$$A^T S + SA - (SB + N)R^{-1}(B^T S + N^T) + Q = 0 \quad (\text{Eq.8})$$

$$K = R^{-1}(B^T S + N^T) \quad (\text{Eq.9})$$

In the first step, the LQR approach has been applied with various Q matrix values that correspond to the position and angle state, which are shown in Table 2. $Q(1,1)$ corresponds to position state, $Q(3,3)$

corresponds to angle state and R corresponds to input weight.

Table 2. The tested Q and R matrix values

| | Q(1,1) | Q(3,3) | R |
|----------|---------------|---------------|----------|
| 1 | 2000 | 100 | 1 |
| 2 | 8000 | 100 | 1 |
| 3 | 5000 | 10 | 1 |
| 4 | 5000 | 300 | 1 |
| 5 | 8000 | 100 | 0.25 |
| 6 | 8000 | 100 | 0.75 |
| 7 | 8000 | 100 | 1.25 |
| 8 | 8000 | 100 | 1.5 |

2.2.2 Application of Explicit MPC

In application of the explicit MPC method, Matlab's Model Predictive Control Toolbox has been utilized. The effects of Output Variables (OV) have been examined by using several levels of OV weights, w_x and w_θ , for the analysis and modification of the MPC controller performance. The corresponding values have been shown in Table 3.

Table 3. Various cost function weights; x , and θ correspondingly

| Weight\Trial | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|
| w_x | 0.5 | 1.5 | 1 | 1 |
| w_θ | 1 | 1 | 0.5 | 1.5 |

3. RESULTS

3.1. Results of LQR

The results of the LQR controllers with various Q and R matrices have been obtained. The obtained values listed in Table 1 have been shown in Figure 3. The results of the first 4 configurations have been presented in the upper section of Figure 3, likewise, the second 4 configurations have been given in the lower section of Figure 3.

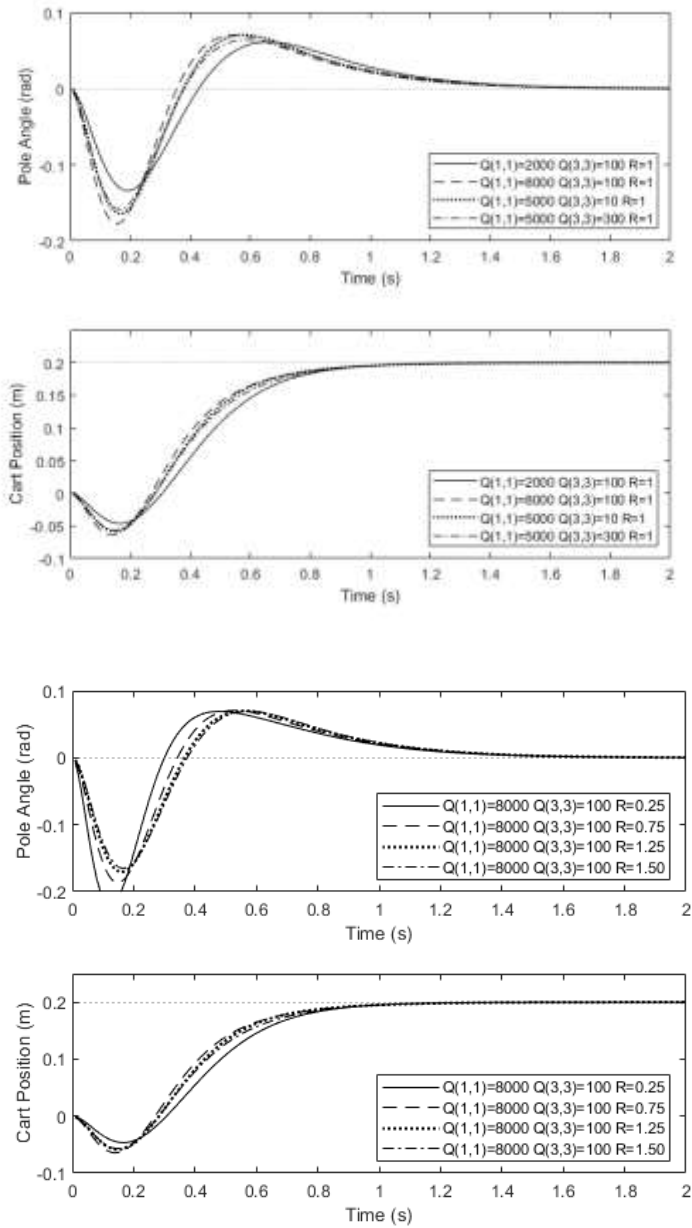


Figure 3. Results of LQR Controller

3.2. Results of Explicit MPC

An explicit MPC controller has been utilized and results have been obtained. The results have been shown in Figure 4.

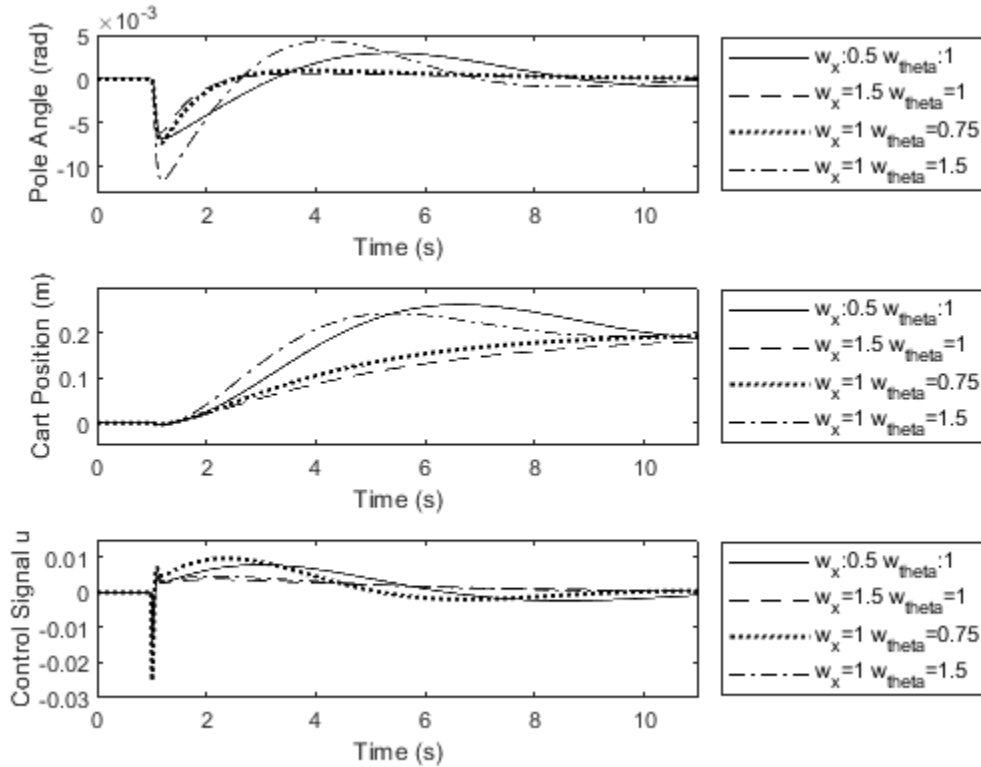


Figure 4. The results of explicit Controller with various OV Weights

4. DISCUSSIONS

In real-life applications, the selection of a control approach is the crucial aspect to have an accomplished process. In this study, two control schemes, namely, LQR and Explicit MPC have been analyzed on a cart-pole system. In the first section, the performance analysis of an LQR controller was performed. In the related trials, the effects of various Q and R matrices on the LQR controller have been examined. It has been observed that increasing weights of Q causes a reduction of settling time but causes higher variations on pole movements. On the other hand, an increase in R causes an increase in settling time but reduces the variation of pole angles. The settling time caused by the increase of R can be neglected but significantly reduces pole angle variations.

In the second section, an explicit MPC controller has been utilized and results have been obtained. After observation of the results, several points have been noted. When the weight of position tracking (w_x) increases, variation in position reduces significantly and the effect on pole angle output can be neglected. On the other hand, the variation of the θ weight (w_{θ}) that has a value less than 1 results better in both position and pole angle performance when the results are compared with the w_{θ} more than 1. Also, due to unconstrained signal input design, high variations of u can be seen. From a control input perspective; weights that are equal or higher than 1 produce more stable control inputs.

5. CONCLUSION REMARKS AND FUTURE STUDIES

In this study, LQR and MPC control approaches on IPC have been implemented and compared. The results

gave a first glimpse of the characteristics of two controllers on IPC which will be the basis for future studies. In this study, ideal concepts are considered for the numerical realization of the controller. Furthermore, the results reveal that the designed LQR controller provides a faster response when compared to MPC solutions. The LQR controllers can achieve trajectory change with pole balance in less than 2 seconds which is very significant. However, in a future study, the effects of disturbance and noise can be analyzed. Also implemented explicit MPC's poor settling time performance compared to LQR approaches showed that there is room for improving the performance of the MPC controller.

6. REFERENCES

- Askari, M., Mohamed, H. A. F., Moghavvemi, M., & Yang, S. S. (2009). Model predictive control of an inverted pendulum. *2009 International Conference for Technical Postgraduates (TECHPOS)*, 6(1), 1–4. <https://doi.org/10.1109/TECHPOS.2009.5412069>
- Baciu, A., & Lazar, C. (2021). Data driven control for swing-up and stabilization of an inverted pendulum system. *2021 29th Mediterranean Conference on Control and Automation, MED 2021*, 1155–1160. <https://doi.org/10.1109/MED51440.2021.9480190>
- Bemporad, A. (2013). Explicit Model Predictive Control. In *Encyclopedia of Systems and Control* (Issue Ricker 1985, pp. 1–9). Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5102-9_10-1
- Bemporad, A., Borrelli, F., & Morari, M. (2002). Model predictive control based on linear programming - The explicit solution. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 47(12), 1974–1985. <https://doi.org/10.1109/TAC.2002.805688>
- Boubaker, O. (2013). The Inverted Pendulum Benchmark in Nonlinear Control Theory: A Survey. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 10(5), 233. <https://doi.org/10.5772/55058>
- Ctms.engin.umich. (n.d.). *Inverted Pendulum: System Modeling*. Retrieved February 9, 2022, from <https://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?example=InvertedPendulum§ion=SystemModeling>
- Eide, R., Egelid, P. M., Stamsø, A., & Karimi, H. R. (2011). LQG Control Design for Balancing an Inverted Pendulum Mobile Robot. *Intelligent Control and Automation*, 02(02), 160–166. <https://doi.org/10.4236/ica.2011.22019>
- Franklin, G. F., Powell, J., Emami-Naeini, A., & Sanjay, H. S. (2015). *Feedback Control of Dynamic Systems, Global Edition, 7/E (7/E Global)*. Pearson Education Ltd. <https://www.pearson.com/uk/educators/higher-education-educators/program/Franklin-Feedback-Control-of-Dynamic-Systems-Global-Edition-7th-Edition/PGM1069431.html>
- Gulan, M., Minarcik, P., & Kulhanek, J. (2019). Energy-efficient Swing-up and MPC Stabilization of an Inverted Pendulum. *Proceedings of the 2019 22nd International Conference on Process Control, PC 2019*, 209–214. <https://doi.org/10.1109/PC.2019.8815034>
- Kalman, R. E. (1960). Contribution to the theory of optimal control. *Bull. Soc. Math. Mex*, 102–119.
- Kautsky, J., Nichols, N. K., & Van Dooren, P. (1985). Robust pole assignment in linear state feedback. *International Journal of Control*, 41(5), 1129–1155. <https://doi.org/10.1080/0020718508961188>
- Lee, J. H., Morari, M., & Garcia, C. E. (1994). State-space interpretation of model predictive control. *Automatica*, 30(4), 707–717. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(94\)90159-7](https://doi.org/10.1016/0005-1098(94)90159-7)
- Ramdani, A., & Grouni, S. (2017). Dynamic matrix control and generalized predictive control, comparison study with IMC-PID. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(28), 17561–17570.

<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.04.015>

Tedrake, R. (2021). *Underactuated Robotics: Algorithms for Walking, Running, Swimming, Flying, and Manipulation (Course Notes for MIT 6.832)*. <http://underactuated.mit.edu/>

Tijani, T. M., & Jimoh, I. A. (2021). *Optimal Control of the Double Inverted Pendulum on a Cart: A Comparative Study of Explicit MPC and LQR Fast Predictive Control Via Offline Optimisation*. View project *APPLICATIONS OF MODELLING AND SIMULATION Optimal Control of the Double Inverted Pendulum o. 5*, 74–87. <http://arqiipubl.com/ams>

Vinodh Kumar, E., & Jerome, J. (2013). Robust LQR controller design for stabilizing and trajectory tracking of inverted pendulum. *Procedia Engineering*, 64, 169–178. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.09.088>

KÜLTÜREL MİRASIN ARKEOPARK ALANINA TAŞINMASININ ÖNEMİ: HASANKEYF ÖRNEĞİ

THE IMPORTANCE OF TRANSPORTING CULTURAL HERITAGE TO THE ARCHEOPARK AREA: THE CASE OF HASANKEYF

*Şindar TOPRAK*¹

¹Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Batman, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4005-501X>

*Prof. Dr. D. Türkan KEJANLI*²

²Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0476-2307>

*Prof. Dr. F. Demet AYKAL*³

³Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Diyarbakır, Türkiye.

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2424-0407>

ÖZET

Hasankeyf Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan, çok sayıda medeniyete ev sahipliği yapmış Batman iline bağlı bir ilçedir. Tarihi geçmişi açısından Anadolu'nun en eski yerleşim alanlarından biri olma özelliğini de taşımaktadır. 12.000 yıllık geçmişiyle Hasankeyf insanlık tarihinin en eski yerleşim yerlerinden biridir ve Mezopotamya bölgesinde yer almaktadır. Tarihi bir yerleşim alanı olan Hasankeyf Dicle Nehrinin doğusunda yer alır. Hasankeyf su kaynaklarına olan yakınlığı, uygun iklim şartlarına sahip olması, verimli toprakları bünyesinde bulundurması, önemli ticaret yollarının kavşak noktasında olması, korunaklı bir alana sahip olması gibi nedenlerle yerleşim yeri olarak tercih edilmiştir. Sahip olduğu binlerce mağarası barınma amacıyla kullanılmış ve yüzyıllar boyunca önemini korumuştur. Çok sayıda medeniyete beşiklik yaptığı için bu medeniyetler Hasankeyf'in tarihi yerleşiminin oluşumuna katkıda bulunmuştur. Hasankeyf bir kültürel mirastır ve tarihin izlerini bünyesinde bulundurmaktadır. Tarihi alan 1981 yılında bütünüyle doğal sit alanı ilan edilmiş ve koruma altına alınmıştır. Bölgede GAP kapsamında yapılmakta olan Ilısu Barajının su tutmaya başlamasıyla Hasankeyf'in sular altında kalma tehlikesi ortaya çıkmıştır. Ilısu Barajının yapılması sular altında kalacak olan tarihi Hasankeyf'teki kültürel mirasın taşınarak korunmasını gündeme getirmiştir. Kültürel mirasın korunması ve gelecek kuşaklara aktarılabilmesi amacıyla yapılan çalışmalar, kapsamlı ve önemli kurtarma çalışmalarından biri olmuştur. Yeni yerleşim alanlarına taşınması sürecinde yapılar 'Kendinden Tahrikli Modüler Taşıyıcı (SPMT)' adı verilen araçlarla yapılmıştır. Bu taşıma işlemleriyle eserler özgünlüğünü ve sağlamlığını kaybetmemiştir. Taşıma yöntemi sayesinde yapıların korunması sağlanmıştır. Hasankeyf'in yeni yerleşim alanında arkeopark olarak adlandırılan bir kültürel park alanı oluşturulmuştur. Korunması gereken eserler buraya taşınarak korunması sağlanmıştır. Arkeoparklar kültürel mirası korumayı, sergilemeyi, oluşturdukları medeniyetlerin mimari özellikleri hakkında bilgi vermeyi, insanlar arasında koruma bilincini yaratmayı hedeflemektedir. Arkeoparklar açık hava müzesi görevi görür. Bu amaçla tarihi Hasankeyf'te yer alan kültürel mirasın tasarlanan bu alana taşınarak korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada Hasankeyf'in sahip olduğu kültürel miras ve Ilısu Barajı ile ortaya çıkan koruma sorunlarına bir çözüm olarak kültürel mirasın taşınarak korunmasının önemi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hasankeyf, Koruma, Kültürel Miras, Antik Yerleşim, Bütünsel Taşıma, Arkeopark.

ABSTRACT

Hasankeyf is a town in the province of Batman, located in the Southeast Anatolian Region, which has hosted many civilizations. In terms of its historical background, it also has the distinction of being one of the oldest settlements in Anatolia. With its 12,000-year history, Hasankeyf is one of the oldest settlements in human history and is located in the Mesopotamian region. Hasankeyf, a historical settlement, is located in the east of the Tigris River. Hasankeyf has been preferred as a settlement due to its proximity to water resources, favorable climatic conditions, fertile lands, being at the crossroads of important trade routes, and having a sheltered area. Its thousands of caves were used for shelter and preserved its importance for centuries. These civilizations contributed to the formation of the historical settlement of Hasankeyf, as it was the cradle of many civilizations. Hasankeyf is a cultural heritage and contains traces of history. The historical site was declared a completely natural site in 1981 and was taken under protection. With the start of water retention of the Ilisu Dam, which is being built within the scope of the GAP in the region, the danger of flooding Hasankeyf has emerged. The construction of the Ilisu Dam brought forward the protection of the cultural heritage in Hasankeyf, which will be flooded, by moving it. The studies carried out in order to protect the cultural heritage and transfer it to the next generations have been one of the comprehensive and important rescue efforts. In the process of moving to new residential areas, the structures were built with vehicles called 'Self-Propelled Modular Transporter (SPMT)'. With these transportation processes, the works have not lost their originality and robustness. Thanks to the transportation method, the protection of the structures was ensured. A cultural park area called archeopark was created in the new settlement area of Hasankeyf. Artifacts that needed to be protected were moved here to protect them. Archeoparks aim to protect and exhibit the cultural heritage, to provide information about the architectural features of the civilizations they were created, and to create awareness among people. Archaeoparks act as open-air museums. For this purpose, it is aimed to protect the cultural heritage in historical Hasankeyf by moving it to this designed area and to transfer it to future generations. In this study, the cultural heritage of Hasankeyf and the importance of preserving the cultural heritage by transporting it as a solution to the conservation problems arising with the Ilisu Dam were examined.

Keywords: Hasankeyf, Conservation, Cultural Heritage, Ancient Settlement, Holistic Transportation, Archeopark.

1.GİRİŞ

Hasankeyf, Batman iline bağlı ve Dicle Nehri'nin doğusunda yer aldığı tarihi bir ilçedir. İnsanlığın en eski yerleşim yerlerinden biri olan Mezopotamya bölgesinde yer almaktadır. Mezopotamya olarak ismi geçen bölge, Fırat ve Dicle Nehirleri arasında yer alır. Bu sebeple Mezopotamya tanımı daha çok toprakları bu iki nehir arasında kalan yerleşim yerleri için kullanılmaktadır. Mezopotamya bölgesi, medeniyetlerin doğuşuna ve yıkılışına tanıklık ettiği için medeniyetlerin beşiği olarak ifade edilir. Tarihi çok eskilere dayanan bu yerleşme çok sayıda medeniyete ev sahipliği yapmıştır. İkliminin elverişli olması, verimli topraklara sahip olması, su kaynaklarına yakın yerde olması ve stratejik konumu itibarıyla birçok medeniyetin sahip olmak istediği bir alan haline gelmiştir. Bünyesinde bu medeniyetlerin izlerini taşıyarak günümüze kadar gelmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Hasankeyf Eski Genel Görüntüsü (URL:1)

İlçe, sahip olduğu zengin tarihsel yapılar nedeniyle 1981 yılında bütünüyle sit alanı ilan edilerek koruma altına alınmıştır. GAP kapsamında bulunan Ilısu Barajının yapılması kararlaştırılınca tarihi yerleşim alanının sular altında kalma süreci ortaya çıkmıştır. Bu nedenle alanda yer alan ve korunması gereken kültürel mirasın yerleşimin daha korunaklı belirlenen bir alana taşınması gündeme gelmiştir. Bu çalışmada sular altında kalan Hasankeyf'in taşınması süreci ve koruma çalışmalarında arkeopark alanlarının öneminin ortaya konulması çalışmanın problemi oluşturmaktadır.

“Kültürel Mirasın Arkeopark Alanına Taşınmasının Önemi: Hasankeyf Örneği ” başlıklı çalışmada ilk hipotez Ilısu Barajının yapılmasıyla sular altında kalan Hasankeyf'in koruma çalışmaları sebebiyle bulunduğu yerden taşındığı yönündedir. Diğer hipotez ise kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarılması amacıyla taşınabilmesinin mümkün olduğu yönündedir. Son hipotez ise arkeopark alanlarının kültürel mirasın korunmasında önemli alanlar olmasıdır.

Hasankeyf'te tarihi ve kültürel değerlerin korunması, bunların gelecek nesillere aktarılması amacıyla başlatılan çalışmalar kapsamında kültürel miras Yeni Kültürel Park Alanına taşınmıştır. Çalışmanın temel amacı; tarihi Hasankeyf'te yer alan kültürel mirasın bu alana taşınarak korunması ve gelecek kuşaklara aktarılmasının ortaya konulmasıdır.

Hasankeyf çok eski dönemlerden itibaren insanlara yaşam alanı sunmuştur. Verimli toprakları ve kurulduğu coğrafya itibarıyla her zaman önemli bir antik kent olmuş ve çok sayıda medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Bu amaçla Hasankeyf çalışma alanı olarak seçilmiş; alan ile ilgili yapılmış çalışmalar, makaleler ve tezler incelenmiştir. Bununla birlikte kültürel mirasın taşınarak korunması ve koruma alanı olarak arkeoparkların önemi ile ilgili çalışmalar da incelenmiştir. Alanla ilgili fotoğraflama yapılmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çalışmada yerinde korunamayan kültürel mirasın korunması amacıyla uygulanan çalışmalar araştırılmıştır. Bu bağlamda Hasankeyf'in sahip olduğu kültürel miras ve Ilısu Barajı ile ortaya çıkan koruma sorunlarına bir çözüm olarak kültürel mirasın planlanan Yeni Kültürel Park Alanına taşınarak korunmasının önemi incelenmiştir.

2.1 Arkeopark ve Hasankeyf

“Arkeopark kavramı, arkeolojik yöntemlerle elde edilmiş kültür varlıklarının kendi doğal ortamları içinde sergilenerek, insanlara geçmiş uygarlıkların yaşantısı, kültürü ve mimarisini aktarması amacıyla gerçekleştirilen uygulamalar olarak tanımlanabilir” (Keskin, Zeren, 2018). Arkeopark alanlarının dünyada ve Türkiye’de örnekleri mevcuttur. Türkiye’deki arkeopark örneklerine Yeşilova Höyüğü (İzmir/Bornova), Kırklareli Aşağı Pınar Açık Hava Müzesi, Bursa Aktopraklık Arkeolojik Alanı gösterilebilir (Keskin, Zeren, 2018) (Şekil 2-3-4).

Şekil 2: Yeşilova Höyüğü



Ziyaretçi Merkezi (URL:2)

Şekil 3: Kırklareli Aşağı Pınar



Açık Hava Müzesi (URL:3)



Şekil 4: Bursa Aktopraklık Arkeolojik Alanı (URL:4)

Arkeoparklar kültürel mirası korumayı, sergilemeyi, oluşturdukları medeniyetlerin mimari özellikleri hakkında bilgi vermeyi, insanlar arasında koruma bilincini yaratmayı hedeflemektedir. Arkeoparklar açık hava müzesi görevi görür. Arkeolojik mirası geleceğe ulaştırmak için bu tür alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Yerinde korumanın yanı sıra kültürel mirasın taşınarak korunması bu sayede mümkün olmaktadır. Yerleşmelerde taşınarak korunması gerekli kültürel miras için yeni alanlar planlanabilmektedir.

Aykal ve Demirkol'a göre (2019), sürdürülebilir mimaride korunamayan kültürel mirasın taşınarak korunmasında dünya örneği olarak Nil Nehri üzerinde yapılan Aswan Barajı ile sular altında kalan Abu Simbel Tapınağı örneği dünyanın en büyük ve en kapsamlı taşıma çalışmalarıdır ve UNESCO'nun desteği ile bulunduğu yerden taşınmıştır (Şekil 5).



Şekil 5: Abu Simbel Tapınağı (URL:5)

Arkeoparkların kültürel mirasın korunması konusundaki önemini Hasankeyf örneği üzerinden incelemek mümkündür. Hasankeyf Yukarı Şehri'nin yeniden düzenlenmesi ile bir açık hava müzesi haline getirilmiştir. Baraj göl alanından etkilenen Hasankeyf Aşağı Şehir'de yer alan kültürel varlıklar ise bütüncül bir yaklaşım çerçevesinde çeşitli metotlarla taşınarak baraj göl alanından çıkarılarak önceden belirlenen yeni alana taşınmıştır (Şekil 6).



Şekil 6: Yeni Hasankeyf Arkeopark Alanı ve Taşınan Eserler (Şindar Toprak Arşivinden, 16.02.2022)

Hasankeyf'te baraj suları altında kalacak olan kültürel mirasın korunması çabaları birçok yapının bütüncül olarak korunmasında önemli rol oynamıştır. Kültürel miraslar geçmiş medeniyetler ile ilgili bilgi kaynaklarıdır. Bu mirasın korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması temel hedeftir. Hasankeyf'te planlanan yeni kültürel park alanı da bu hedefe yardımcı olması açısından önemlidir.

Hasankeyf'te yapılan köprü ve Hasankeyf Müzesi ile ilişki kurularak planlanan bu alana kültürel mirasın taşınması bir kültürel alan sağlanmıştır (Şekil 7).

Şekil 7: Yeni Hasankeyf Arkeopark Alanı Maketi (Şindar Toprak Arşivinden, 16.02.2022)



2.2 Hasankeyf'in Tarihi Dokusu

İnsanlığın en eski yerleşim yerlerinden biri olan Hasankeyf tarihin her döneminde önemini korumuştur. İlk yerleşim alanı nehir ile yerleşimin bulunduğu alan arasındaki kot farkının etkisiyle kayaların oyulmasıyla elde edilen mağaralardan oluşmuştur. Daha sonraki dönemlerde şekillenen eski Hasankeyf yerleşimi ise topoğrafyanın sağladığı imkânlar ölçüsünde organik bir dokuda şekillenmiş, yol aksları yine topoğrafyanın belirlediği ölçüde gelişmiş organik bir yapı sergilemiştir. Bunun yanı sıra iklimsel özellikler de Hasankeyf'in şekillenmesinde önemli belirleyicilerden biri olmuştur (Şekil 8).



Şekil 8: Eski Hasankeyf Genel Görüntüsü (URL:6)

Hasankeyf'te birçok kültürel miras bulunmaktadır. Çeşitli dönemlerde yapılmış Zeynel Bey Türbesi, Koç Camii, Er Rızık Camisi, Orta Kapı, Süleyman Han Camii, Artuklu Hamamı ile Kızlar Camii bunlardan bazılarıdır ve günümüze kadar ulaşmış önemli eserlerdir. 1981 yılında bütünüyle sit alanı ilan edildikten sonra koruma altına alınan Hasankeyf, GAP kapsamında bulunan Ilısu Barajı'nın yapılmasıyla su tutmaya başlamıştır. Kültürel mirasın baraj suları altında kalmasını önlemek için bu yapıların taşınması gündeme gelmiştir. Bu amaçla Zeynel Bey Türbesi ve Külliyesi, Artuklu Hamamı, İmam Abdullah Zaviyesi, Er Rızık Camii, Süleyman Han Camii, Koç Camii, Kızlar Camii, Orta Kapı yeni yerleşim bölgesinde planlanan alana taşınarak korunması sağlanmıştır (Şekil 9).



Süleyman Han Camii



İmam Abdullah Zaviyesi



Er Rızık Camii



Artuklu Hamamı



Zeynel Bey Türbesi Orta Kapı



Kızlar Camii



Koç Camii



Şekil 9: Yeni Kültürel Park Alanına Taşınan Eserler (Şindar Toprak Arşivinden, 16.02.2022)

2.3 Kültürel Mirasın Arkeopark Alanına Taşınması Süreci

Kültürel varlıkların bazı nedenlere bağlı olarak taşınarak korunması gerekebilir. Taşıyarak Koruma Yöntemleri, yok olma tehlikesi altındaki bir taşınmaz kültür varlığının özgün konumundan çeşitli taşıma yöntemleri kullanılarak belirlenen uygun bir konuma nakledilmesi olarak ifade edilir (Yılmaz, 2019).

Hasankeyf'in yeni planlanan yerleşim alanı ve taşınan kültürel koruması ve sergilenmesi için

oluşturulan kültürel parkın korunumunu Şekil 10’da görmek mümkündür.



Şekil 10: Arkeopark Alanına Taşınan Diğer Anıtlar ve Yeni Yerleşim Alanı ile İlişkisi (Koparan, Sevgi, Yılmaz, 2021)

Tarihi Hasankeyf’in baraj suları altında kalacak olması kültürel mirasın korunmasını gündeme getirmiş ve bu mirasın korunması için yeni yerleşim alanında planlanan alana taşınması çalışmaları başlamıştır. Yeni yerleşim alanlarına taşınması sürecinde yapılar ‘Kendinden Tahrikli Modüler Taşıyıcı (SPMT)’ adı verilen araçlarla yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamlı ve önemli kurtarma çalışmalarından biri olmuştur.

Öncelikle taşınacak olan tarihi yapının zeminine belli bir santimetre kalınlığında beton dökülerek bir zemin platformu yapılmış, platforma hidrolik krikolar monte edilip kaldırma sütunları sabitlenmiş ve taşınacak olan yapının yüzeyinde delikler açılıp çeşitli profiller yerleştirilmiş (URL 7). Sonra belli bir kalınlıkta beton kaldırma platformu yapılarak bu iki platformu ayıran ayırma katmanı serilmiş ve devamında yapı içten kesilerek kendi temelinden koparılarak yapı, beton kaldırma platformu üstüne bırakılan kaldırma sütunları ve hidrolik krikolar ile birlikte belli bir yüksekliğe kaldırılmıştır (URL 7).

Kendinden tahrikli modüler taşıyıcı araçlar yapının altına sürülüp ve daha sonra da SPMT’lerin üzerine bırakılan yapılar, taşıma işlemi için korunacakları yeni yerleşim alanına götürülmüştür. (Şekil 11, 12, 13). Böylece bu taşıma işlemleri ile eserler özgünlüğünü ve sağlamlığını kaybetmemiştir. Taşıma yöntemi sayesinde yapıların korunması sağlanmıştır. Böylece kültürel mirasın korunamaması tehdidi ortadan kalkmıştır.



Şekil 11: Hasankeyf'in Taşınması (URL: 7)



Şekil 12: Hasankeyf'in Taşınması (URL:7)



Şekil 13: Hasankeyf'in Taşınması (URL: 8)

Yeni Hasankeyf yerleşim alanı ve konut mimarisi Eski Hasankeyf mimarisinden farklıdır. Organik bir yerleşimden uzaktır. Evler nehrin daha gerisindedir. Yerleşimde parselizasyona önem verilmiştir. Yol aksları çoğunluktadır. Kültürel varlıklar için Yeni Kültürel Park Alanı baraj sularının tehdidinden uzakta planlanmıştır (Şekil 14).



Şekil 14: Yeni Hasankeyf'te Yerleşim (URL:9)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Batman ilinde yer alan Hasankeyf birçok milletin ortak mirası olarak geçmişten günümüze kadar gelmiştir. Baraj suları altında kalması sonucunda Hasankeyf'teki kültürel varlığın korunması ve kurtarılmasına yönelik projeler yapılmıştır.

Yapılan Ilısu barajı nedeniyle Hasankeyf'te tarihi ve kültürel değerlerin korunması, bunların gelecek nesillere aktarılması amacıyla başlatılan çalışmalar kapsamında belirlenen kültürel miras Yeni Kültürel Park Alanına taşınmıştır.

Yapıların kültürel miras değeri taşınması ve bu kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılabilmesi için korunması gündeme gelmiş ve bu eserler daha güvenilir alana taşınmıştır. Yeni yerleşim alanında planlanan ve arkeopark olarak nitelendirilen alan taşınan kültürel mirasın korunmasına katkıda bulunmaktadır.

Bu amaçla Yeni Kültürel Park Alanı aynı zamanda bir açık hava müzesi görevi de görmektedir. Düzenlenen arkeopark alanı ile kültürel miras burada sergilenmiş ve yeni yerleşim alanıyla bir bütünlük oluşturmuştur.

KAYNAKÇA

- Aykal F. D. ,Demirkol M., (2019), Sürdürülebilir Mimaride Yerde Korunamayan Kültürel Mirasın Taşınarak Korunmasında Dünya Örneklerinin İrdelenmesi ,Çevresel Öğretiler ve Sürdürülebilir Mimarlık Dergisi, ss.111-132.
- Cengiz M. , Zeren M. T., (2021) ,Arkeolojik Miras Alanlarında Koruma, Yorumlama Ve Sunum Yaklaşımlarının Gelişimi , Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2(2), 54-76. Cilt 2, Sayı 2, 54-76.
- Keskin Y, Zeren M. T. (2018) , Arkeolojik Alanlarda Bir Sunum Yöntemi Olarak “Arkeoparklar” , Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi Araştırma makalesi, 3(2):110-124.
- Koparan C., Sevgi S., Yılmaz M., (2021), Hasankeyf, İmam Abdullah Zaviyesi Taşıma Ve Koruma Uygulamaları, Sanat Tarihi Dergisi, 30/2, 1089-1115.
- Yılmaz M. , (2019) , Yok Olma Riski Altındaki Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunma Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi.

İnternet Kaynakları

- URL:1 <https://www.internethaber.com/batmanda-tarihi-hasankeyfte-sular-yukselmeye-basladi-iste-son-hali-foto-galerisi>
- URL:2 <https://yesilova.bornova.bel.tr/>
- URL:3 <http://kirklareliprojesi.org/toplum/asagi-pinar-acik-hava-muze-projesi/>
- URL:4 <https://www.google.com.tr/search?q=Aktopraklık+Kazı+Alanı>
- URL:5 <https://www.sozcu.com.tr/hayatim/seyahat/ramsesin-askini-gostermek-icin-yaptirdigi-ebu-simbel-tapinagi/>
- URL:6 <https://tr.wikipedia.org/wiki/Hasankeyf>
- URL:7 <https://www.tokihaber.com.tr/haberler/hasankeyfte-dunyanin-en-genis-kapsamli-tasima-projesi>
- URL:8 <https://www.ntv.com.tr/galeri/sanat/650-yillik-tarihi-artuklu-hamami-tasindi>
- URL:9 <http://www.hasankeyf.gov.tr/fotograflarla-ilcemiz>

GAZ ATOMİZASYONU İLE BABİT ALAŞIM TOZLARININ ÜRETİLEBİLİRLİĞİ VE TERMAL PÜSKÜRTME YÖNTEMLERİ İLE KAPLANABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE PRODUCTIONABILITY OF BABBITT ALLOYS WITH GAS ATOMIZATION AND COATABILITY BY USING THERMAL SPRAYING METHODS

Arş. Gör. Hasan İsmail YAVUZ

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İzmit, Kocaeli.

ORCID NO: 0000-0001-6198-2560

Doç. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU

Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İzmit, Kocaeli

ORCID NO: 0000-0002-4661-8215

ÖZET

Yatak malzemeleri, modern makine parçalarının ana bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu malzemeler genellikle yüksek hızlı doğrusal ve dönel hareketlerle birlikte büyük dinamik yük transferinin gerçekleştiği makine parçaları için tercih edilmektedir. Dolayısıyla ağır endüstriyel uygulamalarda kullanılan yatak malzemelerine sistemin servis ömrünü artırma, makine bakım maliyetini düşürme ve sistem dayanıklılığının geliştirilmesi amacıyla modern aşınmaya dirençli kaplamaların uygulanması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Şaft bölümü ile yatak malzemesi arasındaki etkileşim dikkate alındığında kalay esaslı babbit alaşımlarının sahip olduğu karakteristik özellikler bu alaşımları diğer kaplama malzemelerine kıyasla ön plana çıkarmaktadır. Çelikler ile uyum içerisinde çalışabilme, mükemmel korozyon direnci ve düşük segregasyon eğilimi gibi özellikler babbit alaşımlarının ayırt edici özellikleri arasında bulunmaktadır. Genellikle konvansiyonel döküm yöntemleri uygulanarak kaplanan babbit alaşımlarının üstün özelliklerinden bu yöntemlerin oluşturduğu ciddi dezavantajlar sebebiyle tam anlamıyla yararlanılamamaktadır. Bu noktada modern sürtünme dirençli kaplamaların yatak malzemesi üzerine biriktirilmesinde termal püskürtme yöntemlerinin tercih edilmesi alternatif ve yenilikçi seçenek olmuştur. Termal püskürtme yöntemlerinde hammadde olarak genellikle toz kullanılmaktadır. Bu durum termal püskürtme yöntemlerinin kullanılabilmesi için babbit alaşım tozlarının üretilmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Türkiye’de babbit alaşım tozlarının üretimi hakkında yeterli bir çalışma bulunmamaktadır. Gaz atomizasyonu babbit alaşım tozlarının üretimi açısından küresel, ince ve daha az oksijen içeriğine sahip toz özelliklerini sağlayabilmesi sebebiyle tercih edilmektedir. Bu çalışmada gaz atomizasyonu yöntemi ile babbit alaşım tozlarının üretilebilirliği ve tozların termal püskürtme yöntemleri ile yatak malzemeleri üzerine kaplanabilirliği incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Babbit Alaşımları, Gaz Atomizasyonu, Mikroyapısal Karakterizasyon, Termal Püskürtme Yöntemleri, Yatak Malzemeleri

ABSTRACT

Bearing materials are one of the most important components of modern machine parts. These materials are commonly used in machine parts where there is a lot of dynamic load transfer and high-speed linear and rotating movements. As a result, new wear-resistant coatings must be applied to bearing materials used in heavy industrial applications in order to extend the system’s service life, minimize machine maintenance costs, and improve system durability. When considering the interaction between the shaft section and the

bearing material features of tin-based babbitt alloys sets them apart from other wear-resistant coating types. Babbitt alloys have qualities including being able to function in harmony with steels, having high corrosion resistance, and having a low segregation tendency. Because of the substantial disadvantages generated by this process, the exceptional qualities of babbitt alloys, which are generally coated using conventional casting procedures, cannot be completely utilized. The preference for thermal spraying methods in the accumulation of current friction-resistant coatings on bearing material ensures the creation of an alternative and novel way at this point. Thermal spraying technologies frequently use powder as basic material. This means that in order to use thermal spraying methods, babbitt alloy powders must be created. In Turkey, there hasn't been enough research done on the manufacture of babbitt alloy powders. In terms of producing babbitt alloy powders, gas atomization is recommended since it produces spherical, thin, and less oxygen-rich powders. The reproducibility of babbitt alloy powders and thermal spraying methods, as well as the coatability of powders on bearing materials, were investigated using the gas atomization method in this work.

Keywords: Babbit Alloys, Gas Atomization, Microstructural Characterization, Thermal Spraying Methods, Bearing Materials.

GİRİŞ

Yatak malzemeleri dönen bir şaftı destekleyen ve radyal olarak konumlandırılan makine elemanları olarak tanımlanmaktadır. Modern makine parçalarının bileşeni olan yatak malzemeleri otomotiv, denizcilik, havacılık, hidroelektrik santraller vb. gibi birçok uygulama alanında kullanılmaktadır. Bu malzemeler, sistemin performans ve verimliliğini arttırma, işletme maliyetini düşürme, sistemin dayanıklılığını geliştirme ve güvenilirliğini sağlamada kritik rol oynamaktadır (Babu ve diğ., 2015). Yatak malzemeleri yalnızca yüksek hızlı doğrusal ve dönel hareketlerin olduğu parçalarda değil aynı zamanda büyük dinamik ve kinematik yük transferinin gerekli olduğu parçalarda da kullanılmaktadır. Bu sebeple çalışma ortamı için gerekli gereksinimlerin önceden bilinmesi yatak malzemelerinin sisteme uygun olarak seçilebilmesi açısından oldukça önem arz etmektedir (Pope, 1996; Ipatov ve diğ., 2020).

Modern sürtünme önleyici kaplamalar, yatak malzemelerinin şaft ile uyum içinde çalışabilmesi açısından gün geçtikçe önemini arttırmaktadır. Bu noktada babbit alaşımları gösterdiği mükemmel korozyon direnci, uyumluluk, uygunluk, gömülebilirlik, termal iletkenlik, aşınma direnci ve düşük sürtünme katsayısı gibi özellikler sayesinde birçok endüstriyel uygulamada sürtünme önleyici kaplama malzemesi olarak tercih edilmektedir (Ünlü, 2009; Wu ve diğ., 2011). Babbit alaşımları, yatak malzemeleri üzerine ağırlıklı olarak konvansiyonel ve santrifüj döküm yöntemleri ile kaplanmaktadır (Nascimento ve diğ., 2017). Buna rağmen sürtünme önleyici kaplamalar oluşturmak amacıyla döküm yönteminin kullanılması işlem parametrelerinin yetersiz kontrolüne sebep olmaktadır. Uygulama öncesinde ve işlem sırasında parametrelerin kontrol edilememesine bağlı olarak yapıda istenmeyen fazların oluşumu ile kontrolsüz faz dönüşümleri görülmektedir (Ipatov ve diğ., 2020). Diğer bir yandan bu yöntemler modern sürtünme önleyici kaplamaların için kritik kaplama kalınlığı değerlerine ulaşılmasını zorlaştırmaktadır. Bu kaplamaların kalınlığı ince astarlar için 0.005-0.01 mm, kalın astarlar için ise 0.4 mm'dir (Kobernik ve diğ., 2015). Döküm yönteminin belirtilen dezavantajları ve bu yöntem ile yapılan kaplamaların belirtilen aralıktan daha kalın olması kaplama teknolojisinde yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmasına sebep olmaktadır. Bu noktada termal püskürtme yöntemleri mühendislik bileşenlerinin yüzeylerinin yeniden kaplanması ve yüzey kaplama uygulamaları için oluşturulmuş yenilikçi bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Aşınma ve korozyon direncinin artırılması, termal verimliliğin sağlanması, elektriksel özelliklerin geliştirilmesi, boyut kontrolü ve aşınmış bileşenlerin kurtarılması gibi maddeler bu yöntemlerin malzeme üzerindeki faydaları arasında gösterilmektedir (Dorfman, 2018). Literatürde yer alan çalışmalar termal püskürtme yöntemleri ile yapılan babbit alaşım kaplamalarının gösterdiği özellikler açısından oldukça umut verici olduğunu göstermektedir (Azizpour ve Majd, 2011; Vourlias ve diğ., 2008) Bu yöntemlerde hammadde olarak toz veya tel

kullanılmaktadır. Toz hammaddesinin tel ile gerçekleştirilen işlemlere kıyasla endüstride daha geniş bir malzeme yelpazesine sahip olması avantajlarından birisi olarak sayılmaktadır (Espallargas, 2015). Buna rağmen kaplama tozlarının üretilmesi bu yöntemin kullanılabilirliği için karşılaşılan en büyük zorluklardan birisi olarak belirtilmektedir. Yapılan araştırmalar toz üretim teknikleri arasında yer alan gaz atomizasyon yönteminin, termal püskürtme işlemleri için ihtiyaç duyulan toz özellikleri açısından diğer yöntemlere kıyasla daha uygun olduğunu göstermektedir.

Bu noktada çalışma içeriğinde endüstriyel uygulamalarda kullanılan yatak malzemeleri incelenmiş ve modern sürtünme önleyici kaplamalar arasında babet alaşımlarının termal püskürtme yöntemleriyle yatak malzemeleri üzerine kaplanabilirliği araştırılmıştır. Bununla birlikte termal püskürtme yöntemleri ile kaplanabilirliği incelenen babet alaşım tozlarının gaz atomizasyon yöntemi ile üretilebilirliği değerlendirilmiştir.

ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARDA KULLANILAN YATAK MALZEMELERİ

Yatak malzemeleri genellikle hareketli parçalar arasındaki sürtünmeyi azaltan makine elemanları olarak tanımlanmaktadır. Bu malzemeler hareketli bir parçanın doğrusal hareketine veya sabit bir eksen etrafında serbest dönüşüne olanak sağlamaktadır. Sistem içerisindeki sürtünmeyi en aza indirerek hareketi kolaylaştıran yatak malzemelerinin çalışma ortamı uygulama alanına göre değişkenlik göstermektedir (Forrester, 1960). Ağır çalışma koşulları göz önüne alındığında yatak malzemesi ve şaft arasında sürtünmenin önlenmesi ve ısı emiliminin sağlanabilmesi amacıyla yağlayıcı olarak görev yapan bir film tabakası gerekmektedir (Mohan ve Mohan, 2015; Chou ve Eliezer, 1982). Hareketli yatak malzemesinin yağlanması malzemenin aşınma ve sürtünme davranışını doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda yatak ile şaft arasında 3 temel yağlama yönteminden söz edilebilir. Bu yöntemler; hidrodinamik, sınır yağlama ve aşırı sınır yağlama olarak adlandırılmaktadır. Hidrodinamik yağlama çeşidinde şaft ile yatak arasında oluşan sürtünme yüzeyi kalın bir yağ tabakası ile ayrılırken sınır yağlamada yağ film tabakası ince olmaktadır. Hidrodinamik ve sınır yağlama tipleri yatak malzemelerine uzun servis ömrü sağlarken 3. tür olan aşırı sınır yağlamada ise yatak ve şaft yüzeyi ağır yük noktalarında birbirleri ile temas ederek aşınmaya neden olmaktadır. Aşınma sonucu oluşan hasar yatak malzemelerinin servis ömrünü azaltmaktadır. Bu durum malzemenin çalışma verimliliğini düşürmekte ve malzeme de güç kaybı yaşanmasıyla birlikte sistemi oluşturan bileşenlerin değiştirilmesiyle sonuçlanmaktadır (Zeren, 2007; Iliev, 1999; Karakulak ve diğ., 2016). Bu sebeple yatak malzemelerinin sahip olması gereken en önemli özellik düşük sürtünme katsayısı ve yüksek aşınma direnci olarak belirtilmektedir (Goudarzi ve diğ., 2009). Belirtilen ağır çalışma şartları göz önüne alındığında yatak malzemelerinin aşınma direnci ile birlikte uyumluluk, uygunluk, gömülebilirlik, yorulma dayanımı, basınç dayanımı, düşük termal genişleme katsayısı, yüksek termal iletkenlik, iyi ıslatılabilirlik, kavitasyon ve erozyon direnci, korozyon direnci ve düşük maliyet gibi özelliklerin kombinasyonuna sahip olması gerekmektedir (Babu ve diğ., 2015). Bu özellikler arasında uygunluk, uyumluluk ve gömülebilirlik özellikleri aşınma direncini destekleyici niteliktedir. Yatak malzemesi ve şaftın birbirine temas ederek sürtünmesi sonucunda pul pul dökülmeler ve kazınmalara yol açan lokal kaynaklı bölgeler oluşmaktadır. Uyumluluk özelliği lokalize kaynak bölgelerinin oluşmasını engelleme kabiliyeti olarak adlandırılmaktadır. Bununla birlikte yatak düzeneğinde görülen hafif bir yanlış hizalama durumunda yatak malzemesinin, gerilim konsantrasyonlarını azaltmak ve yağ filminin kalınlığını korumak amacıyla deformasyona uğraması gerekmektedir. Yanlış hizalama sonucunda yatak malzemesinin uğradığı hafif deformasyon uygunluk olarak adlandırılmaktadır. Gömülebilirlik ise sistemin çalışması sırasında oluşan kirliliklerin yatak malzemesinin yüzeyine gömülmesi ve yatağın aşınma miktarını azaltmasına verilen isimdir. Malzemenin uyumluluğunun ölçülmesi zor olsa da uyumluluk ve gömülebilirlik özelliği malzemenin sertliği ile ters orantılıdır (Hamrock ve diğ., 2004). Bütün bu özellikler dikkate alındığında tek bir malzeme türü iyi bir yatak malzemesinin tüm gereksinimlerini karşılayamamaktadır. Bu sebeple, belirli çalışma koşulları altında başarılı bir performans için belirtilen özellikleri sağlayan bir malzeme tasarlanması gerekmektedir. Malzeme seçimi; kullanılacak yatağın türüne, yükleme koşullarına,

şaft dönme hızına, sıcaklığa, yağlama biçimine, kirliliğe ve çevresel koşullara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Kamal ve diğ., 2006). Yatak malzemesi olarak metalik veya metalik olmayan malzemeler seçilebilmektedir. Bu malzemeler arasında metalik malzemeler özellikler gösterdikleri yüksek mukavemet özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda tercih edilen metalik yatak malzemeleri arasında babet alaşımları, demir esaslı alaşımları, bakır esaslı bronzlar ve alüminyum esaslı alaşımları bulunmaktadır. Diğer bir yandan metalik olmayan yatak malzemeleri ise polimerler, seramikler ve kompozitlerden oluşmaktadır (Forrester, 1960). Konu ile ilgili olarak sıklıkla kullanılan metalik yatak malzemelerinin gösterdiği mekanik, kimyasal ve fiziksel özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Metalik yatak malzemelerinin özellikleri (Zeren ve diğ., 2007)

| Fiziksel Özellikler | Servis sürecinde özelliklerin önemi | Yaygın olarak kullanılan malzemelerin özellikleri | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Babet alaşımları | Bakır alaşımları | Alüminyum alaşımları |
| Yorulma dayanımı | Çalışma sıcaklığında maruz kalınan dinamik yüklerden korunmak | Birçok uygulama için yeterlidir ancak sıcaklık yükseldiğinde hızla düşer | Seçilen kimyasal kompozisyona göre değişen mukavemet değerleri mevcuttur | Uygun kimyasal kompozisyon seçimi ile bakır esaslı alaşımlara benzemektedir |
| Basma dayanımı | Ekstrüzyon veya boyut değişikliği olmadan tek yönlü yüklemeyi desteklemek | Birçok uygulama için yeterlidir ancak sıcaklık yükseldiğinde hızla düşer | Seçilen kimyasal kompozisyona göre değişen mukavemet değerleri mevcuttur | Uygun kimyasal kompozisyon seçimi ile bakır esaslı alaşımlara benzemektedir |
| Gömülebilirlik | Yağlayıcıda bulunan yabancı maddeleri tolere etmek ve şaft aşınmasını minimuma indirmek | Diğer yatak malzemelerine kıyasla eşsizdir | Babet alaşımlarından daha düşüktür | Babet alaşımlarından daha düşüktür |
| Uygunluk | Yük altında yanlış hizalanmaları veya yatak sapmasını tolere etmek | | | |
| Uyumluluk | Anlık sınır yağlama koşulları veya kazınma olmadan metal-metal temasını engelleme | | | |
| Korozyon dayanımı | Yağlayıcı, su veya soğutucu sıvıda bulunan asidik oksidasyon ürünlerinden korunmak | Kalay esaslı babet alaşımları deniz suyunun olmadığı durumlar için idealdir. Kurşun esaslı babet alaşımları ise asidik ürünler tarafından korozyona uğratılmaktadır | Korozyon dayanımı kurşun-kalay ile geliştirilebilir | İyi. Alkali oranı yüksek katkılı yağların dahi alüminyumca zengin matrisle saldırdığının bir kanıtı bulunmamaktadır |

Görüldüğü gibi yatak malzemelerinin sahip olması gereken özellikleri sağlama bakımından babet alaşımları,

alüminyum ve bakır esaslı alaşımlara kıyasla ön plana çıkmaktadır. Kurşun veya kalay esaslı babet alaşımları, çelik şaftlar ile çalışma açısından gösterdiği üstün uyumluluk, yumuşak matris yapısı sebebiyle yabancı parçacıkları gömme kabiliyetiyle ilk tercih olmaktadır. Bununla birlikte düşük ergime derecesinden (240 °C) dolayı sistemin ilk çalışması esnasında meydana gelen hafif sürtme ve yanlış merkezleme hatalarına karşı üstün uygunluk göstermektedir (Zeren ve diğ., 2007).

BABİT ALAŞIMLARI

“Beyaz metal” veya “Babet” terimi günümüzde hidroelektrik santraller, denizcilik ve otomotiv gibi endüstriyel uygulamalarda taşıyıcı yatak kalıplarında kullanılan bakır ve antimon ilavesiyle, özellikle kalay veya kurşun esaslı bir dizi alaşımı temsil etmektedir (Ishihara ve diğ., 2010; Tasgin, 2020). İlk babet alaşımı 1839 yılında Isaac Babbitt tarafından Taunton, Massachusetts, ABD’de icat edilmiştir (Azizpour ve Majd., 2011). Isaac Babbitt tarafından gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda Sn-Sb-Cu alaşımı yatak malzemelerinde kullanım için patent almıştır (Goudarzi ve diğ., 2009). Bu elementlerin kombinasyonundan oluşan malzemenin çeliklerle tamamen uyum içerisinde çalışabilmesi babet alaşımını yatak üretiminde yaygın olarak kullanılan bir malzeme haline getirmiştir. İlk üretilen babet metalinin orijinal formülünde %89.3 Sn, %7.1 Sb ve %3.6 Cu bulunmaktadır. Bu formül günümüzde ASTM B-23 veya saf babet olarak adlandırılmaktadır. Geçmişten günümüze babet metalinin formülü ve kullanım amacı yapılan araştırmalar sonucunda değişkenlik göstermiştir. Babet alaşımları kalay ve kurşun esaslı olarak temelde 2 ana bileşime ayrılmaktadır. Kalay esaslı babet alaşımlarının üretim maliyeti kurşun esaslı alaşımlara göre yüksek olmasına rağmen kalay esaslı alaşımların gösterdiği mükemmel korozyon direnci, yüksek yapışma mukavemeti, yüksek termal iletkenlik ve daha az segregasyon eğilimi daha fazla tercih edilmesine yol açmaktadır (Valeeva ve diğ., 2014). Diğer bir yandan kurşun esaslı babet alaşımlarının neden olduğu operasyonel ve çevresel güvenlik problemleri bu alaşımların kullanımını sınırlandırmaktadır (Junior ve Pukasiewicz, 2019). Tablo 2’de en sık kullanılan kalay esaslı babet alaşımlarının kimyasal kompozisyonları verilmiştir.

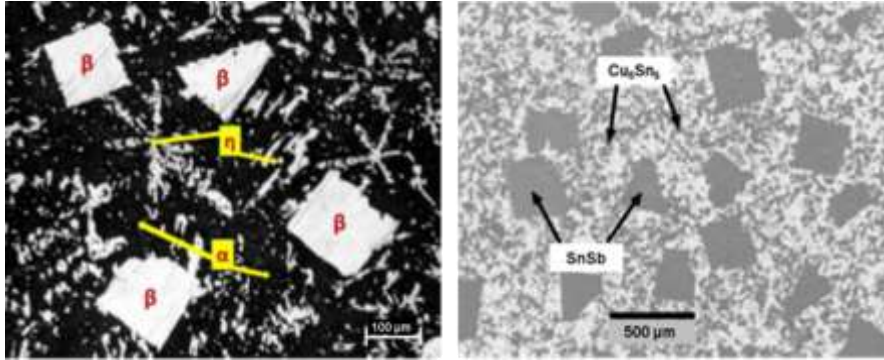
Tablo 2. Kalay esaslı babet alaşımlarının kimyasal kompozisyonları

| Alaşım Kodu | Sn | Sb | Pb | Cu | Referans |
|-------------|-------|---------|-------|---------|-------------------------|
| B83 | Kalan | 10-12 | 0.35 | 5.5-6.5 | (Valeeva ve diğ., 2014) |
| B88 | Kalan | 7.5-8.5 | 0.35 | 7.5-8.5 | (Ji ve Chen, 2016) |
| B83-C | Kalan | 9-11 | 1-1.5 | 5-6 | (Valeeva ve diğ., 2014) |
| SAE-11 | Kalan | 6-7.5 | 0.50 | 5-6.5 | (Zeren ve diğ., 2007) |
| SAE-12 | Kalan | 7-8 | 0.50 | 3-4 | (Milčić ve diğ., 2021) |
| ASTM B23/2 | Kalan | 7.5 | 0.35 | 3.5 | (Zeren ve diğ., 2007) |

Görüldüğü gibi kimyasal kompozisyonda yer alan kurşun, antimon ve bakır oranlarının değiştirilmesi farklı sınıflandırmalara yol açmıştır. Bu elementlerin yapı içindeki oranı doğrudan babet metalinin mikro yapısını etkilemekte ve bu durum alaşım özelliklerinin değişmesiyle sonuçlanmaktadır. Örnek olarak bakır oranının artırılması malzemenin mekanik özelliklerinde artış sağlamaktadır (Ünlü, 2011). Diğer bir yandan yapıya antimon katılmasının babet alaşımlarının soğuma esnasında büzülmesini engellediği bilinmektedir (Ji ve Chen, 2016). Şüphesiz ki elementlerin alaşım özellikleri üstünde meydana getirdiği makro değişikliklerin nedenlerini anlayabilmek mikroyapı özelliklerinin incelenmesiyle mümkün olabilmektedir.

Kalay esaslı babet alaşımlarının mikroyapısı, yumuşak bir katı çözelti matrisi ve matristen daha sert yapıda olan intermetalik bileşiklerden oluşmaktadır. Bu malzemeler genel olarak %3-8 arasında bakır ve %5-8

arasında değişen oranda antimon içermektedir (Goudarzi ve diğ., 2009). Yumuşak matris içinde dağılmış olan sert intermetalik bileşikler, kimyasal kompozisyon içinde yer alan bakır ve antimonun sıvı kalay ve birbirleriyle etkileşiminden meydana gelmektedir. Yapı içinde bulunan bu sert intermetalik bileşikler, alaşımın sertliğini arttırmakta ve sürtünme katsayısını düşürmektedir (Junior ve Pukasiewicz, 2019). Genel olarak babet alaşımlarının mikroyapısı dört fazdan oluşmaktadır. Bu fazlar; kalay içerisinde katı antimon ve bakır çözeltisinden oluşan yumuşak matris (α -fazı), büyük ve açık renkli kübik kristallerden oluşan SnSb intermetalik bileşiği (β -fazı), iğnemi ve poligonal yapıdaki Cu_6Sn_5 (η -fazı) intermetalikliği ve iğnesel yapıdaki Cu_3Sn (γ -fazı) bileşiğidir (Zeren ve diğ., 2007; Kobernik ve diğ., 2015; Ünlü, 2009). Bununla birlikte yapı içinde bulunan bakırın sıvı kalay ve antimon ile etkileşiminden $Cu_{31}Sn_8$ ve Cu_2Sb gibi intermetalik bileşiklerin oluştuğu durumlarda görülmektedir. Babet alaşımının mikroyapısında görülen bu fazlar, alaşım özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Örnek olarak yumuşak çözelti matrisi (α -fazı) sürtünme bölgelerine yağ tedarikini kolaylaştırarak ve o bölgelerde ısı akışını sağlamakta ve bu sayede fazla ısınmanın önüne geçmektedir. Diğer bir yandan alaşım aşındıkça matris içinde yer alan sert intermetalik kristaller açığa çıkmakta ve yumuşak yapıda olan matris gerçek yüzeyini sağlayan sert intermetalik bileşikler arasında yağlayıcı görevi görmektedir (Azizpour ve Majd, 2011). Yumuşak yapıdaki alfa fazının yağlayıcı görevi görmesi, sistemde koruyucu bir yağ ilavesi olmaması durumunda dahi yatak malzemesinin aşınmaya karşı korunmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte α -fazının yumuşak yapısı yatak boşluğuna giren kirliliklerin matris içine gömülmesine izin vermektedir. Bu durum matris içine gömülen parçacıkların aşındırıcı etkisini kaybetmesine yol açmakta ve sistemin zarar görmesini engellemektedir (Zeren, 2007). Şekil 1'de kalay esaslı babet alaşımlarının mikroyapı görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1. Kalay esaslı babet alaşımlarının mikroyapısı (Babu ve diğ., 2015; Tasgin, 2019)

Görüldüğü gibi Cu_6Sn_5 ve SnSb gibi sert intermetalik bileşikler matris içinde dağılmış şekilde bulunmaktadır. Yapı içinde bulunan bu sert intermetalikler, babet alaşımlarının yüksek aşınma direnci, düşük sürtünme katsayısı, yüksek sertlik ve mukavemete sahip olmasının temel sebebinin oluşturmaktadır (Barnhurst, 1988). Aynı zamanda Cu_6Sn_5 bileşiğinin yapının kaviteyon direncini arttırdığı bilinmektedir (Zeren, 2007). Mikroyapıda görülen sert intermetaliklerin oluşumu alaşımın kimyasal kompozisyonunda yer alan bakır ve antimon oranları ile ilişkilidir. Örnek olarak kompozisyon içinde bakır oranının artması iğnemi veya yıldız formda bulunan Cu_6Sn_5 intermetalikliğinin oranını arttırmaktadır (Zeren ve diğ., 2007). Bakır ve antimon oranının artış göstermesi babet alaşımlarının mukavemetini arttırırken sünekliğinde azalma meydana getirmektedir. Dolayısıyla kimyasal kompozisyon içinde yer alan bakır ve antimonun belirli konsantrasyonların üzerine çıkması sakıncalı bulunmaktadır. Yüksek antimon oranı (>%7,5) matris ile SnSb intermetalikleri arasında çoklu kümeleşmelere sebep olurken, bakır konsantrasyonlarının arttırılması kırılğan yapıya sahip ve bağlanma mukavemetini düşüren sert bir ara tabaka oluşumuna yol açmaktadır (Valeeva ve diğ., 2015).

BABİT ALAŞIMLARININ KAPLAMA YÖNTEMLERİ

Kalay esaslı babet alaşımlarının bir yatak malzemesi için yeterli özelliklere sahip olduğu Tablo 3'te açıkça görülmektedir. Beyaz metaller mükemmel gömülebilirlik, uygunluk ve yüksek yapışma eğilimi göstermektedir. Buna rağmen Tablo 3'te görüldüğü gibi babet alaşımlarının kullanımı sahip olduğu düşük yorulma dayanımı sebebiyle sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle babet alaşımları alüminyum, bronz, çelik ve dökme demir gibi burçların üzerinde bir kaplama malzemesi (astar) olarak tercih edilmektedir (Alp ve diğ., 1996). Dolayısıyla orijinal kullanımı yük taşıyıcı bir malzeme olarak planlanan babet metali günümüzde çok metalli bir yapıda ince bir yüzey tabakası olarak kullanılmaktadır (Azizpour ve Majd, 2011).

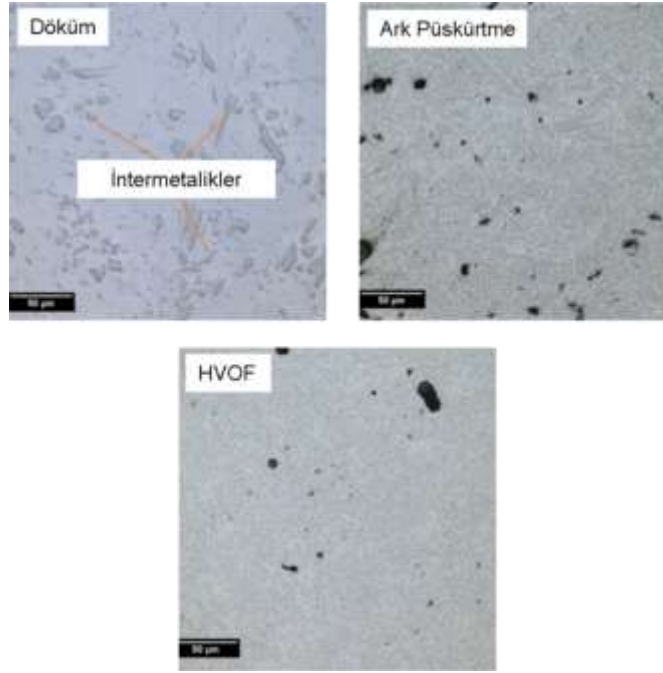
Tablo 3. Yatak malzemelerinin göreceli karşılaştırılması (Hamrock ve diğ., 2004; Babu ve diğ., 2015)

| Özellik | Babet Metali | Al-Esaslı | Cu-Esaslı | Polimer Esaslı |
|------------------|--------------|-----------|-----------|----------------|
| Uygunluk | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Uyumluluk | 1 | 2 | 3 | 1 |
| Gömülebilirlik | 1 | 2 | 3 | 2 |
| Yorulma dayanımı | 3 | 2 | 1 | 2 |
| Korozyon direnci | Değişken | 1 | 3 | 1 |
| Basma dayanımı | 3 | 2 | 1 | Değişken |
| Yoğunluk | 1 | 2 | 1 | 3 |
| Maliyet | 1 | 2 | 2 | 3 |

1-Yüksek 2-Orta 3-Düşük

Babet alaşımlarının geleneksel biriktirme yöntemi ASTM A-451 standardına göre silindirik ve simetrik parçalara uygulanan santrifüj dökümdür. Santrifüj dökümde yatak ve babet alaşımından oluşan kaplama arasındaki yapışma merkezkaç kuvvetinin etkisi altında gerçekleştirilmektedir. Santrifüj dökümün mümkün olmadığı durumlarda ise konvansiyonel döküm tercih edilmektedir (İpatov ve diğ., 2020; Junior ve Pukasiewicz, 2019). Santrifüj döküm esnasında görülen yüksek ısı akışları katılaşma süresinde önemli bir azalmaya neden olarak daha iyi mekanik özelliklerin oluşmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte santrifüj döküm yöntemi, yatak malzemesi ile babet kaplama arasında düşük gözeneklilik ve yüksek soğutma oranından kaynaklanan iyi mekanik özellikler sağlamaktadır (Sturk ve Whitney, 2013). Diğer bir yandan konvansiyonel döküm ise düşük maliyetiyle birlikte malzeme geometrisinde sınırlama olmaması ve kullanılan malzemelerin çok yönlü olabilmesi sebebiyle uygun bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna rağmen döküm yöntemi kullanılarak uygulanan modern sürtünme önleyici kaplamalarda karşılaşılan; (i) kimyasal bileşim kararsızlığı, (ii) yüksek oranda segregasyon, (iii) biriken oksit bölgeleri, (iv) düşük ergime noktalı ötektik oluşumu, (v) kristalizasyon sırasında faz delaminasyonu, (vi) inklüzyonlar, (vii) döküm ara kesitindeki takviye elemanlarının sıvılaşması, (viii) çekinti boşluklarının tipi, (ix) düşük yapışma mukavemeti ve (x) büyük işleme payına ihtiyaç duyulması gibi dezavantajların üretilen kaplamanın özelliklerini olumsuz etkilediği bilinmektedir (Valeeva ve diğ., 2014; Barnhurst, 1988; Nascimento ve diğ., 2017). Modern sürtünme önleyici kaplamaların oluşturulması büyük zorluklar içeren bir süreçtir. Bu kaplamaların kalınlığı ince astarlar için 0.005-0.01 mm, kalın astarlar için 0.4 mm'dir. Kaplama kalınlığında görülen bu sınırlandırmalar babet alaşımının yorulma dayanımının artırılması amacıyla konulmaktadır (Barnhurst, 1988). Kaplama kalınlığında sağlanması gereken bu parametre ancak kullanılan malzemelerin uyumluluğu ve kaplama teknolojisinin üstünlüğü ile sağlanabilmektedir (Zeren, 2007). Döküm yönteminin yukarıda belirtilen dezavantajları ve bu yöntem ile yapılan kaplamaların belirtilen aralıktan daha kalın olması kaplama teknolojisinde yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmasına sebep olmaktadır. Bu noktada termal püskürtme yöntemleri sağladığı imkanlar ile ön plana çıkmaktadır. Aşınma ve korozyon direncinin artırılması, termal verimliliğin sağlanması, elektriksel özelliklerin geliştirilmesi, boyut kontrolü ve aşınmış bileşenlerin kurtarılması gibi maddeler bu yöntemlerin avantajları arasında gösterilmektedir. Bu avantajlar üretim maliyetinin düşmesine neden olarak malzeme performansını arttırmaktadır. Dolayısıyla artan performans malzemeye daha uzun servis ömrü sağlamak ve bakım çalışmalarının düşmesine yol

açmaktadır. Dolayısıyla termal püskürtme yöntemlerinin yüzey kaplama uygulamalarındaki kullanım oranı gün geçtikçe artış göstermektedir (Zhang ve diğ., 2013). Termal püskürtme yöntemlerinin döküm ile yapılan kaplamalara kıyasla daha yüksek mikroyapı kontrolü sağlaması püskürtme ile biriktirmenin mikroyapısal avantajını ortaya koymaktadır. Bu yöntemlerin doğasında olan ve damlacık-gaz arasındaki hızlı ısı değişiminden kaynaklanan hızlı katılma, malzemenin kimyasal ve yapısal homojenliğini sağlamaktadır. Elde edilen kimyasal ve yapısal açıdan homojen yapının yanı sıra bu yöntemle birlikte ince yapıdaki ikincil faz parçacıklarının mikroyapıda homojen dağılımı sağlanarak alaşımın aşınma özellikleri geliştirilebilmektedir (Lepper ve diğ., 1997). Konu ile ilgili olarak Nascimento ve ark. (Nascimento ve diğ., 2017) yaptıkları bir çalışmada döküm ve termal püskürtme yöntemleri kullanılarak elde edilen babet alaşım kaplamalarının mikroyapısal görüntüleri Şekil 2’de verilmiştir.

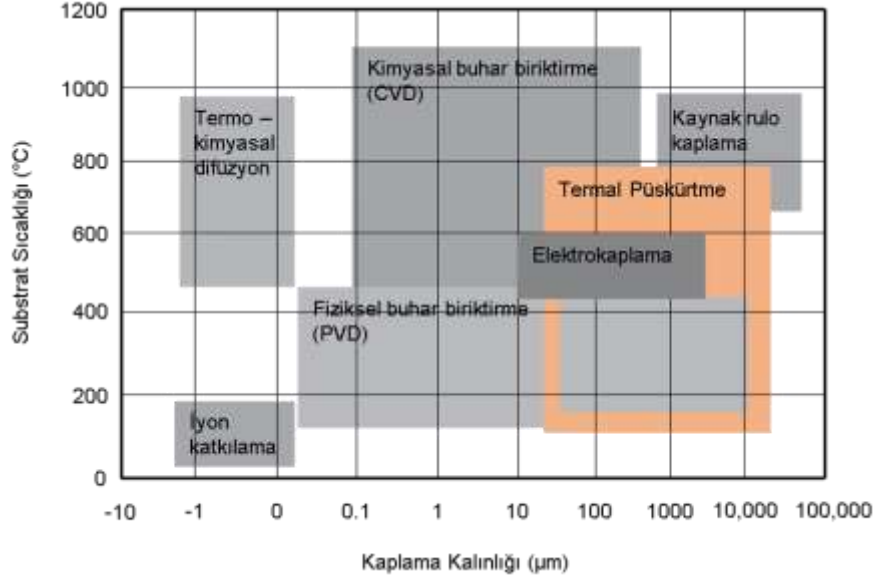


Şekil 2. Babet alaşımının kaplama yöntemine göre değişkenlik gösteren mikroyapısı (Nascimento ve diğ., 2017)

Görüldüğü gibi termal püskürtme yöntemleriyle elde edilen babet alaşımalarında intermetaliklerin dağılımının homojenitesi döküme kıyasla daha yüksektir. Bununla birlikte döküme göre intermetalik bileşikler daha ince boyut aralığına sahiptir. Üretim yöntemine bağlı olarak değişkenlik gösteren mikroyapı, babet alaşımının özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda Korobov ve ark. (Korobov ve diğ., 2012) yaptıkları çalışmada termal püskürtme yöntemlerinden olan aktif ark metalizasyonu (AAM) ile kaplanan babet alaşımının tribolojik ve yapısal özellikleri döküm yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda döküm yöntemiyle üretilen kaplamaların mikroyapısında görülen SnSb intermetalik bileşiklerinin tane boyutu 120-290 µm olarak ölçülmüştür. Buna karşın AAM kullanılarak yapılan babet kaplamalarının mikroyapısında yer alan SnSb intermetaliklerinin boyutu 10-30 µm olarak karakterize edilmiştir. Diğer bir yandan AAM yöntemi ile üretilen kaplamaların sahip olduğu mikroyapısal homojenite döküm yöntemine göre daha yüksek olarak belirtilmiştir. Sonuç olarak AAM kaplamasının döküm kaplamasına kıyasla %31-53 arasında değişen oranlarda daha düşük aşınma oranı sergilediği ortaya konmuştur.

Babet alaşımının yorulma dayanımının diğer yatak malzemelerine kıyasla daha düşük olduğu Tablo 3’de görülmektedir. Dolayısıyla babet alaşımının yorulma dayanımının artırılması bu alaşımın en büyük dezavantajının ortadan kalkmasına katkı sağlayacaktır. Bu noktada termal püskürtme yöntemleri ile döküm

yöntemlerine kıyasla çok daha düşük kalınlıkta kaplama üretiminin yapılabilmesi termal püskürtme yöntemlerinin tercih edilmesini neredeyse zorunlu kılmaktadır. Şekil 3, termal püskürtme yöntemlerinin kaplama kalınlığı ve substrat sıcaklığı açısından uygulama kapasitesini göstermektedir.

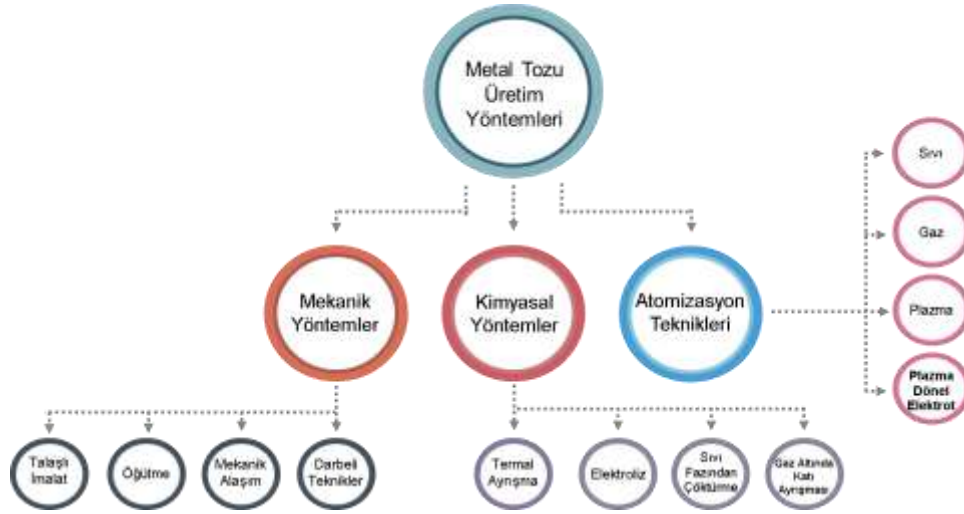


Şekil 3. Çeşitli yüzey işlemlerinin kaplama kalınlığı ve substrat sıcaklığı açısından sınıflandırılması (Dorfman, 2018)

Şekil 3'te görüldüğü gibi termal püskürtme yöntemleri altlık malzemenin sıcaklığı ve kaplama kalınlık aralığı açısından babet metal kaplama kriterlerine uymaktadır. Bu yöntemler kullanılarak biriktirilen ince kaplama yüzeylerinin babet alaşımlarının yorulma dayanımına olumlu yönde katkı sağladığını yapılan literatür araştırmaları göstermektedir (Khonsari ve Booser, 2017). Bununla birlikte termal püskürtme yöntemlerinin mikroyapıda mevcut intermetaliklerin boyutunu azaltması ve homojen dağılım sağlaması, kaplamanın yorulma dayanımını arttıran diğer bir faktördür. Dolayısıyla babet alaşımlarının sahip olduğu bu dezavantaj termal püskürtme yöntemleri ile geliştirilebilmektedir. Termal püskürtme yöntemlerinde kaplama için gerekli hammadde toz ya da tel formunda olabilmektedir. Endüstriyel uygulamalar için kullanılan termal püskürtme yöntemlerinde daha düşük maliyeti sebebiyle hammadde olarak toz formu tercih edilmektedir. Bu noktada metal tozu üretim teknikleri istenilen toz özelliklerinin elde edilebilmesi amacıyla önemini arttırmaktadır.

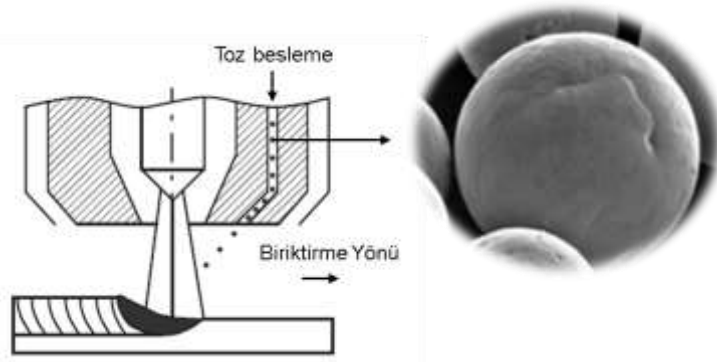
METAL TOZU ÜRETİM TEKNİKLERİ

Metal tozu üretimi amacıyla kullanılan yöntemler oldukça geniş bir alanı kapsamaktadır. Şekil 4'te metal tozu üretim teknikleri verilmiştir. Metal tozlarının kalitesi partiküllerin içerdikleri safsızlıkların oranı, partikül boyutu, partikül boyut dağılımı, partikül şekli ve partiküllerin yüzey yapısıyla direkt ilişkilidir. Bu kapsamda üretim yönteminin istenilen nihai toz özelliklerine bağlı olarak seçilmesi gerekmektedir. Mekanik yöntemler incelendiğinde üretilen tozlarda oksitlenme, yağlanma ve diğer malzeme hurdaları ile karışarak kirlenme gibi problemlerle karşılaşıldığı görülmektedir. Bununla birlikte mekanik yöntemler ile elde edilen tozlar kaba formda ve düzensiz şekillidir. Bu sebeple mekanik yöntemler ile tozu üretimi genellikle geri dönüşüm için tercih edilmekte ve birincil üretim yöntemi olarak kabul edilmemektedir. Diğer bir yandan kimyasal yöntemler kullanılarak yüksek saflıkta toz üretilebilmektedir.



Şekil 4. Metal tozu üretim teknikleri

Buna rağmen kimyasal yöntemlerde yalnızca elementel toz üretimi yapılabilmektedir. Kalay esaslı babil alaşım tozlarının sahip olması gereken özellikler düşünüldüğünde mekanik ve kimyasal toz üretim tekniklerinin uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Diğer bir üretim metodu olan atomizasyon teknikleri ergimiş sıvının damlacıklara parçalanmasına dayanmaktadır. Endüstriyel olarak kullanılan çok farklı atomizasyon teknikleri bulunmaktadır. Gaz ve sıvı atomizasyonu bu yöntemler içerisinde endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle gaz atomizasyon yöntemi küresel, daha az oksijen içeriğine sahip ve geniş boyut aralığında toz üretimi sağlaması sebebiyle tercih edilmektedir (Yamanoglu, 2011; Karagöz ve diğ., 2009). Diğer yandan bu yöntemle üretilen küresel alaşım tozları, işlem sırasında gösterdiği hızlı katılaşma karakteristiğinden dolayı üstün özelliklere sahiptir. Gaz atomizasyon yönteminde toz karakteristiğini belirleyen birçok üretim parametresi mevcuttur. Bu parametreler sıvı metal ile ilgili olanlar ve gaz sistemi ile ilgili olanlar şeklinde iki ana gruba ayrılmaktadır. Ergimiş metal sıcaklığı, viskozitesi, yüzey gerilimi ve akış debisi sıvı metal ile ilgili parametreleri oluşturmaktadır. Gaz sisteminde ise gazın cinsi, basıncı, debisi, hızı ve kullanılan nozul geometrisi değişkenleri partikül özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Akpinar, 2011; Akkaş, 2017). Dolayısıyla bu parametrelerin optimize edilmesi istenilen toz özelliklerinin elde edilebilmesi amacıyla oldukça önem arz etmektedir. Hammadde olarak toz kullanılan termal püskürtme işlemlerinde toz üretimi gaz atomizasyonu yöntemi ile yapılmaktadır. Gaz atomizasyon yöntemi kullanılarak üretilen babil alaşım tozları çeşitli termal püskürtme işlemlerinde kullanılmaktadır. Literatür çalışmaları incelendiğinde üretilen toz partiküllerinin termal püskürtme yöntemlerinde kullanılmasıyla başarılı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bu duruma örnek olarak Nascimento ve ark. (Nascimento ve diğ., 2017) yaptıkları bir çalışma verilebilir. Bu çalışmada yüksek hızlı oksijen – yakıt püskürtme (HVOF) yöntemi kullanarak kalay esaslı babil metal kaplaması üretilmiştir. Düşük ergime derecesine sahip (241°C) babil alaşımının ısı transferini en aza indirmek amacıyla biriktirme esnasında radyal enjeksiyon sistemi ve düşük yakıt akış oranları kullanılmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde daha büyük çapa sahip partiküllerin biriktirme işleminde kullanılmasının biriktirme verimliliğini arttırdığı ortaya konmuştur. Gaz atomizasyon yöntemi ile üretilen tozların termal püskürtme işlemlerinde kullanılmasını konu alan bir başka çalışma ise Kobernik ve ark. (Kobernik ve diğ., 2015) tarafından yapılmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan plazma ark püskürtme yönteminin şematik gösterimi ve gaz atomizasyonu ile üretilen toz görüntüsü Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Plazma ark püskürtme yönteminin şematik gösterimi ve gaz atomizasyonu ile üretilen toz görüntüsü (Kobernik ve diğ., 2015)

DeneySEL çalışmalar, termal püskürtme yöntemleri ile yapılan kaplamanın babet alaşım kaplamalarının üretimi için son derece umut verici olduğunu göstermiştir. Bu doğrultuda termal püskürtme yöntemi ile biriktirilmiş kaplamaların döküm yöntemlerine kıyasla aşınma direncinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Diğer bir yandan püskürtme ve biriktirme yöntemlerinde oluşan yüksek soğutma hızının yorulma mukavemetinin artmasına katkı sağlayan bir mikroyapı oluşturduğuna vurgu yapılmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde yatak malzemelerinin shaft ile uyum içinde çalışması amacıyla modern sürtünme önleyici kaplamaların geliştirilmesinin önemi açıkça görülmektedir. Kalay esaslı babet alaşımlarının gösterdiği karakteristik mikroyapı bu malzemeyi modern sürtünme önleyici kaplama malzemeleri arasında ön plana çıkartmaktadır. Bu alaşımlar yüksek aşınma direnci, düşük sürtünme katsayısı, uyumluluk, gömülebilirlik, uygunluk, korozyon direnci, düşük termal genleşme katsayısı, yüksek termal iletkenlik gibi üstün özelliklere sahiptir. Bu özelliklerle birlikte babet alaşımlarının düşük maliyeti bu alaşımları modern sürtünme önleyici kaplamalar için eşsiz bir aday haline getirmektedir. Mikroyapısında yer alan yumuşak alfa fazı ve sert intermetaliklerin kaplama özelliklerinde ayrı ayrı oluşturduğu avantajlar bu yargıyı daha da güçlendirmektedir. Diğer bir yandan kaplama yönteminin malzemenin özelliklerini doğrudan etkilemesi, tek başına doğru malzeme seçiminin yeterli olmadığını göstermektedir. Teknolojik gelişmeler göz önünde bulundurulduğunda bu kaplamaların uygulanması için kullanılan geleneksel yöntemlerin yerini günden güne inovatif ve etkili yöntemlere bıraktığı görülmektedir. Termal püskürtme yöntemleri bu doğrultuda kaplama tabakasına sağladığı avantajlar ile ön plana çıkmaktadır. Bu yöntemler, geleneksel döküm yöntemleri ile biriktirme işlemlerinin kaplama tabakasında oluşturduğu segregasyon, faz ayrışması, düşük yapışma mukavemeti, düşük yorulma dayanımı vb. gibi dezavantajların önüne geçmektedir. Termal püskürtme yöntemlerinde hammadde olarak kullanılacak tozun üretim yöntemi kaplama sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Bu noktada gaz atomizasyon yöntemi toz üretiminde sağladığı karakteristik özelliklerle diğer üretim tekniklerinden ayrılmaktadır. Literatürdeki çalışmalar bu yöntemle üretilmiş tozların termal püskürtme yöntemleri ile kaplanması sonucunda başarılı sonuçlar elde edildiğini göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2021/2629).

KAYNAKLAR

- Akpınar, İ. Ş. (2011). *Atomizasyon yöntemiyle toz metal üretimi ve tozların karakterizasyonu* (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Alp, A., Erdemir, A., & Kumar, S. (1996). Energy and wear analysis in lubricated sliding contact. *Wear*, 191(1-2), 261-264.
- Azizpour, M. J., & Majd, S. N. H. M. (2011). Babbitt Casting and Babbitt Spraying Processes Case Study. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*, 5(8), 1628-1630.
- Babu, M. V. S., Krishna, A. R., & Suman, K. N. S. (2015). Review of journal bearing materials and current trends. *American Journal of Materials Science and Technology*, 4(2), 72-83.
- Barnhurst, R. J. (1988). Guidelines for designing zinc alloy bearings—a technical manual. *SAE transactions*, 164-170.
- Bora, M. Ö., Coban, O., Sinmazcelik, T., Günay, V., & Zeren, M. (2010). Instrumented indentation and scratch testing evaluation of tribological properties of tin-based bearing materials. *Materials & Design*, 31(6), 2707-2715.
- Chou, T. C., & Eliezer, Z. (1982). On the nature of spherical wear particles in a Babbitt-steel sliding system. *Wear*, 82(1), 93-100.
- Dorfman, M. R. (2018). Thermal Spray Coatings, *Handbook of Environmental Degradation of Materials*, William Andrew Publishing, 469-488.
- Espallargas, N. (2015). Introduction to thermal spray coatings. *Future Development of Thermal Spray Coatings*, 1-13.
- Forrester, P. G. (1960). Bearing materials. *Metallurgical Reviews*, 5(1), 507-549.
- Goudarzi, M. M., Jahromi, S. J., & Nazarboland, A. (2009). Investigation of characteristics of tin-based white metals as a bearing material. *Materials & design*, 30(6), 2283-2288.
- Hamrock, B. J., Schmid, S. R., & Jacobson, B. O. (2004). *Fundamentals of fluid film lubrication*. CRC press.
- Iliev, H. (1999). Failure analysis of hydro-generator thrust bearing. *Wear*, 225, 913-917.
- Ipatov, A. G., Spiridonov, A. B., Shakirov, R. R., Kostin, A. V., Shmykov, S. N., & Kukhar, V. S. (2020). Physico-mechanical properties of modified antifriction coatings based on babbitt B83. *Agronomy Research*, 18(1), 852-861.
- Ji, X., & Chen, Y. (2016). Tribological behavior of babbitt alloy rubbing against Si₃N₄ and steel under dry friction condition. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 25(3), 750-755.
- Junior, P. R. C. A., & Pukasiewicz, A. G. M. (2019). Evaluation of microstructure, mechanical and tribological properties of a Babbitt alloy deposited by arc and flame spray processes. *Tribology International*, 131, 148-157.
- Kamal, M., Bakr El-Bediwi, A., & El-Shobaki, M. R. (2006). Influence of alloying elements on structure and some physical properties of quenched Sn-Sb alloy. *Radiation Effects & Defects in Solids*, 161(9), 549-557.
- Karagöz, Ş., Yamanoğlu, R., & Atapek, Ş. H. (2009). Atomize Tozlarda Katılma ve Mikroyapısal Karakterizasyon. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(3), 309-316.
- Karakulak, E., Yamanoğlu, R., & Zeren, M. (2016). Using fly ash as a reinforcement to increase

wear resistance of pure magnesium. *International Journal of Materials and Metallurgical Engineering*, 10(7), 833-836.

Khonsari, M. M., & Booser, E. R. (2017). *Applied tribology: bearing design and lubrication*. John Wiley & Sons.

Kobernik, N. V., Mikheev, R. S., & Kremlev, S. S. (2015). Plasma-powder deposition of Babbitt alloys. *Welding international*, 29(8), 654-656.

Korobov, Y. S., Nevezhin, S. V., Filippov, M. A., Ilyushin, V. V., Potekhin, B. A., & Gogolev, L. V. (2012). Effect of production methods on tribological characteristics of babbitt coatings. *Journal of Friction and Wear*, 33(3), 190-194.

Lepper, K., James, M., Chashechkina, J., & Rigney, D. A. (1997). Sliding behavior of selected aluminum alloys. *Wear*, 203, 46-56.

Milčić, D., Alsammaraie, A., Madić, M., Krstić, V., & Milčić, M. (2021). Predictions of Friction Coefficient in Hydrodynamic Journal Bearing Using Artificial Neural Networks. *Strojnicki Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 67(9).

Mohan, S., & Mohan, A. (2015). Wear, friction and prevention of tribo-surfaces by coatings/nanocoatings. *Anti-Abrasive Nanocoatings*, 3-22.

Nascimento, A. R. C., Ettouil, F. B., Moreau, C., Savoie, S., & Schulz, R. (2017). Production of babbitt coatings by high velocity oxygen fuel (HVOF) spraying. *Journal of Thermal Spray Technology*, 26(7), 1732-1740.

Pope, J. E. (1996). *Rules of thumb for mechanical engineers*. Elsevier.

Sturk, R., & Whitney, W. (2013). Fluid film bearing materials. *Encyclopedia of Tribology*, 1200, 1216.

Tasgin, Y. (2019). Effect of MgO, Al₂O₃ and FeCr₂O₄ on microstructure and wear resistance of Babbitt metal (Sn–Sb–Cu). *Materials Research Express*, 6(4), 046548.

Tasgin, Y. (2020). The Effects of Boron Minerals on the Microstructure and Abrasion Resistance of Babbitt Metal (Sn–Sb–Cu) Used As Coating Materials in Hydroelectric Power Plants. *International Journal of Metalcasting*, 14(1), 257-265.

Ünlü, B. S. (2009). Investigation of tribological and mechanical properties of metal bearings. *Bulletin of Materials Science*, 32(4), 451-457.

Ünlü, B. S. (2011). Determination of the tribological and mechanical properties of SnPbCuSb (white metal) bearings. *Materials Science*, 46(4), 478-485.

Valeeva, A. K., Valeev, I. S., & Fazlyakhmetov, R. F. (2014). Effect of structure of B83 babbitt on its wear. *Journal of Friction and Wear*, 35(4), 311-315.

Valeeva, A. K., Valeev, I. S., Fazlyakhmetov, R. F., & Pshenichnyuk, A. I. (2015). On the mechanism of running-in during wear tests of a babbitt B83. *The Physics of Metals and Metallography*, 116(5), 509-511.

Vourlias, G., Pistofidis, N., & Stergioudis, G. (2008). Ability of metallic coatings to protect low carbon steels from aqueous corrosion. *Corrosion engineering, science and technology*, 43(2), 163-172.

Wu, H., Bi, Q., Zhu, S., Yang, J., & Liu, W. (2011). Friction and wear properties of Babbitt alloy 16-16-2 under sea water environment. *Tribology International*, 44(10), 1161-1167.

Yamanoğlu, R. (2011). Atomizasyon teknikleri ile toz üretimi, sinterlenmesi ve karakterizasyonu.

Doktora Tezi. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*

Zeren A, Feyzullahoglu E, Zeren M. A study on tribological behaviour of tin-based bearing material in dry sliding. *Materials and Design*. 2007;28(1):318-23.

Zeren, A. (2007). Embeddability behaviour of tin-based bearing material in dry sliding. *Materials & design*, 28(8), 2344-2350.

Zhang, B., Yang, Z. Y., Fu, D. X., Li, X. F., & Chen, W. (2013). Preparation of the wire of ZChSnSb11-6 used for remanufacturing thermal spraying. *Physics Procedia*, 50, 231-237.

LEVEL OF FARMERS' PARTICIPATION IN SUPPORTING COMMUNITY FOREST PROGRAM (HKM): CASE STUDY IN THE SINAR HARAPAN FARMERS GROUP ASSOCIATION, LAMPUNG PROVINCE

Lia Mulyana¹, Christine Wulandari^{2}, Hari Kaskoyo³, Rahmat Safe'i², Slamet Budi Yuwono², Indra Gumay Febryano³*

¹ The University of Lampung, Faculty of Agriculture, Graduate program of forestry, Indonesia

² The University of Lampung, Faculty of Agriculture, Forestry department and Graduate program of forestry, Indonesia

³ The University of Lampung Faculty of Agriculture, Forestry department, Indonesia

ABSTRACT

Community Forests (HKm) are forests that do not provide ownership rights, but provide access to participate in managing and utilizing them. This access is given to individuals, farmer groups, and cooperatives. Farmers' participation in HKm can be seen from the form of action taken in each stage of the activity, namely, planning, implementation and utilization. Optimal farmer participation in all stages of activities can support the success of a program. The purpose of this study was to identify the level of farmer participation in the stages of HKm management activities. The research was conducted in March 2021. The research data were obtained through structured interviews and direct observation to the Sinar Harapan Farmers Group Association (Gapoktan), Tanggamus Regency, Lampung Province. Farmer participation data was measured using a scoring technique. The data were tabulated, identified, and analyzed descriptively. The results of this study indicate that the level of farmer participation in planning is in the high category. Farmers have carried out initial planning activities, made decisions in choosing plant types following trends and market prices, calculating capital and profits. They are present and active in regular group meetings and receive encouragement and guidance from others. The level of farmer participation in the implementation is in the medium category. Involvement of other parties in harvesting activities needs to be increased in order to achieve management efficiency and effectiveness. The level of farmer participation in utilization is in the medium category. Farmers can't afford to determine the selling price of the harvest, so it takes the support and efforts of other parties who can support the selling price of the product so that the profit of the harvest increases.

Keywords: Participation, planning, implementation, utilization, community forest

1. INTRODUCTION

A product of the change in forest management paradigm from state based to community based is the Community Forest Program (Awang et al., 2000). The program has long been implemented in the province of Lampung (Sanudin et al., 2016). According to Kaskoyo et al., (2014) the HKm program in Lampung Province has existed since 1999. Community Forests (HKm) are programs to grant forest area management permits to communities living in or around forest areas (Safe'i et al., 2018; Wulandari, 2019). This management permit binds and regulates the community to use forest resources wisely by prioritizing the protection of forest areas and the sustainability of forest area functions (Kaskoyo et al., 2017; Wulandari and Kurniasih, 2019). Generally, the people who get the HKm management permit are community groups whose main occupations are forest farmers. They make a living by taking benefits from the forest.

The implementation of the HKm program has been carried out in the protected forest area of forest management unit (KPH) Batu Tegi. The management area of KPH Batutegei is one of the strategic areas as a life support for the community. This is because of the Way Sekampung Resort which is a water catchment area from the Way Sekampung Watershed (DAS). The Sekampung watershed is a priority watershed in Lampung Province. The watershed plays a role in maintaining the availability of drinking water raw materials, the main source of irrigation for 108,553 ha of rice fields, and running a Hydroelectric Power Plant (PLTA) (Ridwan et al., 2013). The Sinar Harapan Farmers Group Association (Gapoktan) is a Gapoktan assisted by KPH Batu Tegi. They were granted a Community Forest Utilization Business Permit with a management area of 4834 Ha (IUPHKm, 2014).

The success of a forestry development activity is largely determined by social capital in the form of community participation (Qurniati et al., 2017; Puspita et al., 2020). Participation is a form of voluntary action to be actively involved in forestry programs (Mamuko et al., 2016). The low participation of farmers in forest management is a problem and an obstacle to realizing the sustainability of forest resources (Asyari and Dewi, 2018). The form of farmer participation is measured by their willingness to take part in activities with the same goal of supporting the success of these activities. Ideally, participation is carried out by farmers as a whole in every stage of activity starting from planning, implementing activities and utilizing results (Zelika et al., 2021). The participation of farmers is the main capital for program implementation to run and the benefits are distributed (Witno et al., 2020). Optimal farmer participation in all stages of activities can restore, maintain and support the sustainability of forest functions (Novayanti et al., 2017; Safe'i et al., 2019; Safe'i et al., 2020).

A study on HKm in the Sinar Harapan Gapoktan, Batu Tegi KPH has been carried out previously. The study deals with stored carbon (Aprianto et al., 2016), HKm farmers' income (Qurniati et al., 2018), forest management systems and land cover changes (Novasari, 2019), plant species diversity (Novasari et al., 2020), as well as the social capital of the community managing HKm (Puspita et al., 2020). The studies that have been carried out have not discussed the level of participation that has been carried out by the Sinar Harapan Gapoktan in HKm management. Meanwhile, it is important in supporting the achievement of improvement and improvement of forest resource management. The participation of farmers in HKm land management practices carried out with agroforestry planting patterns will maintain the availability of indirect benefits from the forest. This research is important to identify the level of participation of the Sinar Harapan Gapoktan in the stages of forest land management activities. It is hoped that knowing this management can recommend more appropriate and better forest management in the future.

2. METHODS

Research Time and Place

The time of the study was carried out in March 2021. The research activity was carried out at the Sinar Harapan Gapoktan, KPH Batu Tegi, Tanggamus Regency, Lampung Province. The map of the research location can be seen in Figure 1.

Research Tools and Objects

The tools used in this study were questionnaires, stationery, camera, recorder, GPS/ avenza maps, and Microsoft excel. Respondents who were interviewed in this study were administrators and members of the Sinar Harapan Gapoktan.

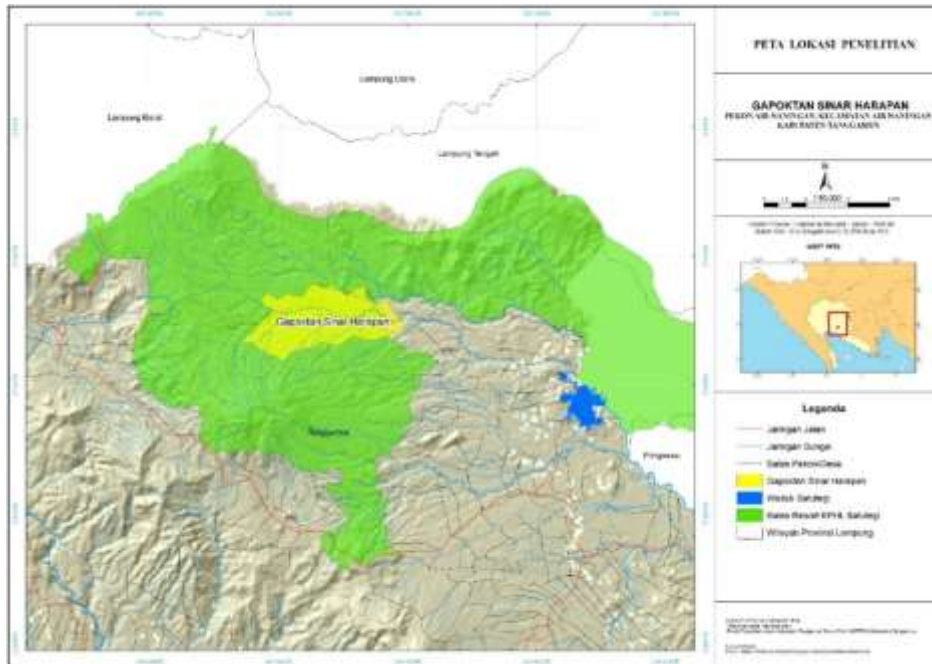


Figure 1. Map of Research Locations at Sinar Harapan Gapoktan, KPH Batu Tegi

Research procedure

a. Data source

The research data were obtained through structured interviews and direct observation to the Sinar Harapan Farmers Group Association (Gapoktan), Tanggamus Regency, Lampung Province. The secondary data used in the form of a map of the research location of the Sinar Harapan Gapoktan, the general condition of the research location such as demographic information and monographs, and group institutional data. Secondary data collection was obtained from relevant agencies such as: KPH Batu Tegi and the management of the Sinar Harapan Gapoktan

b. Determination of Respondents

Determination of respondents is done by random sampling technique. respondents were determined randomly. The number of members of the Sinar Harapan Gapoktan is 1.500 people (IUPHKm, 2014). Based on Arikunto (2011) the accuracy of the error tolerance limit if the population is more than 100 is 10% so that the respondents in this study amounted to 94 people. The formula for determining respondents is as follows:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Information:

n = Number of samples

N = Number of members Sinar Harapan Gapoktan is 1,500 people

e = 10% error limit

1 = Constant number

$$n = \frac{1500}{1 + 1500(0,1)^2} = 93,75 = 94 \text{ respondent}$$

c. Data analysis

The first is the presentation of variable data planning , implementation and utilization using the tabulation method. Secondly, the calculation of the respondent's score for each answer is carried out using a scoring technique. This study analyzes 2 intervals, namely indicator intervals and variabel intervals. Each question is grouped into 3 categories, namely: (1) low (2) moderate (3) high.

The class interval is determined by the following formula (Sugiyono, 2017).

$$\text{Class Interval} = \frac{\text{Highest value} - \text{Lowest value}}{\text{Category}}$$

Information :

I = Interval

K = Category

NT = Highest Value

NR = Lowest Value

Variabel intervals 6-18, low (6,00-9,99), medium (10,00-13,99) and High (14,00-18,00). Indicator intervals 94-282, low (94-156), medium (157-219) and High (220-282).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Level Participation of HKm Farmers in Sinar Harapan Gapoktan

The results showed that the participation of Sinar Harapan farmers in the HKm program was medium. The participation indicators measured in this study include:

- a) participation in planning,
- b) participation in implementation, and
- c) participation in utilization.

Sinar Harapan farmers have participated in all stages of the activity. However, support from various parties is still needed, especially in the implementation and utilization so that farmers can increase their participation

Table 1. Participation level of HKm farmers in Sinar Harapan Gapoktan

(n = 94)

| Farmer Participation | interval variable | Category | Amount | |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|--------|-------|
| | | | N | % |
| Participation in planning | 6-18 | Low (6.00-9.99) | 3 | 3,19 |
| | | Medium (10.00-13.99) | 44 | 46,81 |
| | | High (14.00-18.00) | 47 | 50,00 |
| Participation in implementation | 6-18 | Low (6.00-9.99) | 17 | 18,08 |
| | | Medium (10.00-13.99) | 46 | 48,94 |
| | | High (14.00-18.00) | 31 | 32,98 |
| Participation in utilization | 6-18 | Low (6.00-9.99) | 8 | 8,51 |
| | | Medium (10.00-13.99) | 69 | 73,40 |
| | | High (14.00-18.00) | 17 | 18,09 |

Table 1 shows that most farmers in the Sinar Harapan Gapoktan have a high level of participation in planning, namely 47 respondents with a percentage of 50,00%. Participation in the implementation was 46 respondents with a percentage of 48,94% in the medium category, and participation in the utilization had a moderate category as many as 69 respondents with a percentage of 73,40%.

Level of Farmer Participation in Planning

The level of farmer participation in planning or making decisions in HKm management is the initial stage that encourages the growth of participation for the next stage. There are six question items from participation indicators in planning including (1) initial planning, (2) attendance (3) activeness (4) encouragement and guidance (5) decision making (6) capital and profit calculations, which can be seen in Figure 2.

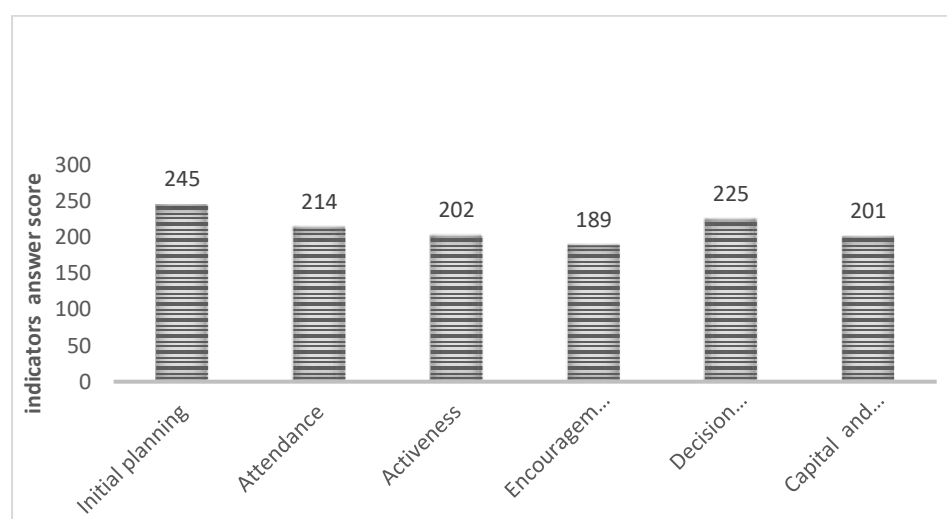


Figure 2. Map of assessment item indicators of participation in planing at Sinar Harapan Farmers

The highest indicator answer score is initial planning. The assessment item with the lowest score on participation in planning was encouragement and guidance, which was 189. The results showed that the overall participation of farmers in planning had been carried out by farmers. They have made a plan even though it was not done specifically, such as planning planting, maintenance and utilization. Farmers have received guidance and support from other parties such as the management of harvesting red pickled coffee obtained from North Korea. Guidance from the government, however, is still limited to fulfilling obligations such as the preparation of work plans, structuring of work area boundaries and reports on HKm utilization activities. Encouragement/guidance from other parties needs to be increased in intensity so that farmer planning in land management can be more focused and better (Novayanti et al., 2017; Zelika et al., 2021).

Capital calculation should be done before carrying out land management. However, many farmers have not done so or have carried out capital calculations but not in detail so that it is difficult for them to calculate the benefits they get. Farmers carry out land management by means of family management, so that capital is considered as routine work carried out. This is illustrated in the effort to prepare seeds, most farmers do seed preparation by seeding coffee beans using privately owned coffee beans. In general, farmers already have the ability to cultivate their main crops. Farmers also do cuttings on fruiting plants and only a small number of farmers buy seeds directly because they think the results are better. The ability to cultivate plants is usually obtained by farmers from self-taught or with fellow farmers. Meanwhile, for fertilizers, they will

generally buy urea and NPK according to their ability.

Farmers making decisions in choosing plant types tend to follow what is widely planted by fellow farmers. Their initial management related to planting is usually influenced by information between farmers. Farmers will tell each other about their crops and what crops are producing the most productive yields on their fields. The trend in the market that has a high price is also the reason why farmers choose the types of plants to plant. Sometimes some farmers are neglected to take into account other factors such as crop failure, falling prices during the harvest season and pest and disease disturbances.

The initial planning before managing HKm has been done by most of the farmers they will discuss with each other to determine the management of their land. This is also done in making long-term HKm management work plans, annual work plans or other matters related to HKm land management. The chairman of the Gapoktan will hold a meeting inviting the members of his group. Farmers usually, if not unable to attend, will enthusiastically attend the meeting. Farmers have realized the benefits of attending regular member meetings, so they are very active in attending meetings, providing input on HKm management activities and asking questions related to seed assistance, coffee processing training and so on. They also agreed on the payment of group membership dues amounting to IDR 75,000/ha/year. This membership fee is used for regular meetings, the cost of making proposals or making parcels.

Regular meetings/meetings of group members usually at normal times before the COVID-19 pandemic were carried out regularly once a month. Since the COVID-19 pandemic, regular member meetings are only held once every 3 months. Some farmers who are unable to attend will receive a transfer of information from the group leader or other members present. Usually, meetings discussing HKm management plans are attended and guided by other parties such as FMUs to make it easier for farmers to make management plans.

Level of Farmer Participation in Implementation

The participation of farmers in the implementation phase of activities is the implementation of farmers in the management of the HKm that has been planned. Question items on indicators of participation in the implementation of HKm activities at the Sinar Harapan Gapoktan include assistance with (1) labor, (2) dependence on other parties, (3) setting plant spacing, (4) selecting seeds, (5) embroidery and (6) plant maintenance activities. The results of the research related to the assessment of participation in planning can be seen in Figure 3

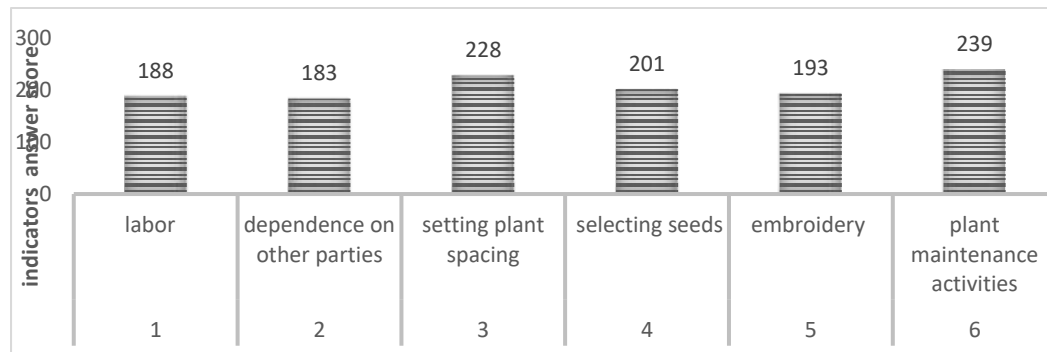


Figure 3. Map of assessment item indicators of participation in Implementation at Sinar Harapan Farmers

The item with the highest score on participation in implementation is the plant maintenance indicator with an interval score of 239. In the implementation stage, farmers plant various types of crops on HKm land. Generally, Sinar Harapan farmers are of productive age, active in forest farmer group organizations, and their main job is forest farmers, so they have plenty of time to do land maintenance. This is in line with research Novasari (2019) and Novasari et al. (2020) planting various types of plants is influenced by

factors of age, type of work, activity in the organizations, land area, number of working days of farmers.

The question indicator with the lowest score is dependence on other parties. Most of the farmers in the Sinar Harapan Gapoktan only work as farmers, only a few have side jobs, so they have sufficient time to manage HKm land. Farmers generally do not go to the land once a week. Usually they have family events or certain needs that require them to come down from the talang (hut/non-permanent residence) in the forest area. It is different with farmers who have other side jobs or live far away.

Maintenance activities carried out by farmers are land clearing by crossing, cutting branches/shoots, weeding, replanting, watering, fertilizing, and controlling pests and diseases. These maintenance activities are generally carried out independently by farmer households without outside assistance or labor. Some farmers choose to spray with pesticides to control pests and diseases. Pests and diseases that often attack coffee plants, namely mealybugs, dead shoots and caterpillars, use pesticides. Meanwhile, embroidery activities are usually routinely carried out by farmers before the rainy season and during the rainy season.

Farmers will generally conduct seed selection before sowing and seeding. Farmers set aside some of the seeds for the preparation of embroidered seeds. Usually the seeds will be used to replace dead plants during the dry season. Farmers generally determine the spacing in planting. Coffee plants are planted at a distance of 1,5x1,5m, pepper 2mx2m. Meanwhile, for woody trees and MPTS, they will be arranged or planted on the edge as a barrier and or along the river.

Maintenance of plants on HKm land is generally carried out by farmer households themselves, in one household usually 1-3 people are involved. Generally, only the head of the family works on maintenance activities, namely the husband, who is sometimes assisted by his wife and children. The main reason farmers do not use labor in maintenance activities is that farmers have sufficient time to do it themselves, take into account the benefits, and costs to pay for labor.

Farmers who own more than 2 ha of land or have more than one plot of land will generally use labor. Farmers use other labor outside the household only in harvesting activities. Family members in heating are often involved even though they have taken outside power. Workers from outside are generally still in the family environment or relatives. However, this is only temporary and the dependence on labor is only during harvesting. Coffee harvest time is generally in the same month all farmers harvest in June-August so they cannot help each other and catch up on time so that the harvest can be completed on time.

Level of Farmers Participation in Utilization

The participation of farmers in the utilization stage is the receipt of benefits obtained by farmers from HKm implementation activities that have been carried out starting from (1) utilizing the results for sale, (2) utilizing the results for their own needs, (3) harvesting profits, (4) obtaining HKm other than from Non-timber forest products, (5) determining the selling price and (6) selling price gains. The results of research related to the assessment of participation in utilization can be seen in Figure 4.



Figure 4. Map assessment item indicators of participation in Utilization at Sinar Harapan Farmers

The highest indicator answer score is utilizing the results for sale. The Lowest indicator is intervals determining the selling price. Farmers are unable to determine the selling price of their harvest. In this case, the government and NGOs can play a role in facilitating business management by facilitating post-harvest management technology, strengthening entrepreneurship, and marketing results (Sanudin et al., 2016). The more Farmers benefit, the stronger the farmers will participate in activities (Zelika et al, 2021; Wulandari and Kurniasih, 2019).

The benefits assessed in this stage include two benefits. The first is measurable/can be calculated by selling the harvested commodities to obtain economic value. The two benefits that are often not calculated or measured are the use of harvested yields on HKm land to meet household needs.

Based on Figure 4, it can be seen that the highest score interval is in the assessment item on the utilization of HKm commodity products for sale. All farmers do the same thing, namely selling their crops. Several types of plants that have economic value for farmers include staple crops such as robusta coffee (*Coffea robusta*) and pepper (*Piper nigrum*). Multi Purpose Tree Species (MPTS) such as jengkol (*Archidendron pauciflorum*), clove (*Syzygium aromaticum*), durian (*Durio zibethinus*), areca nut (*Areca catechu*), avocado (*Persea americana*), petai (*Parkia speciosa*), candlenut (*Aleurites moluccana*), gaharu (*Aquilaria malaccensis*), jaling (*Archidendron bubalinum*), sugar palm (*Arenga pinnata*), and nutmeg (*Myristica fragrans*). Agricultural and plantation crops such as banana (*Musa paradisiaca*), curly chili (*Capsicum annum*), eggplant (*Solanum melongena*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and red ginger. Meanwhile, the types of forest plants or woody trees are rosewood (*Dalbergia latifolia*) and gamal wood (*Gliricidia sepium*). This species is not harvested, however, its condition is maintained because it has ecological value in supporting the sustainability of ecosystems and forest functions.

Coffee is a commodity that contributes the highest level of economic benefit. Most of these commodities are intended for sale and a small part is used by the respondents themselves for personal needs. The average coffee harvest obtained by farmers in the past year is 659 kg/ha, with a range of gains from 100 to 180 kg/ha, this is in accordance with the area of land owned by farmers. For the selling price of coffee in the research location ranged from 15.000 to 20.000/kilogram.

Plants that are widely planted by farmers besides coffee are pepper. Pepper harvesting system can be done 2 times a year. From an economic point of view, the use of pepper plants has a higher economic value, which is around 23.000-40.000 IDR/kg compared to other crops, be it jengkol, with prices ranging from 5.000-15.000 IDR/kg, petai 50.000 IDR/0,25 quintal, jaling 7.000 IDR /kg, candlenut 6000 IDR/kg, avocado 6.000 IDR/kg. Pepper has a high selling value, but pepper if the decline is very volatile. If the price of pepper drops, it will drop drastically to 10.000 IDR/Kg. The high and low prices of pepper are influenced by the availability of commodities. In general, if the pepper harvest season bears fruit and all pepper farmers harvest, the price will fall and vice versa if the pepper does not bear fruit, the pepper price will soar.

MPTS crops are not much different from staple crops, which have a long-term/annual harvest season, so farmers cannot rely on the results for their daily household needs. The profit on the selling price is 171. Usually, farmers mostly use agricultural crops such as bananas to be sold to fulfill their daily needs. In addition to easy sales, bananas also have a fast harvest cycle. In general, few farmers grow agricultural crops such as vegetables. This affects the utilization of the produce for their own needs which is in the medium category with an interval score of 171.

The indicator score of the assessment item for determining the selling price is in the low category with an interval score of 111. In the item assessment for determining the selling price, farmers do not have the ability to determine the selling price of their commodity. Most of the farmers before harvest have debts to middlemen or collectors, so they do not have much choice to sell their crops at the desired price. In addition, almost all middlemen or collectors have relatively the same purchase price for their harvests. Farmers feel that the selling price is unstable and more profitable for middlemen or middlemen. This also affects the profit of the harvest being in the medium interval class, namely 196.

The cost of transporting crops is also quite high. In general, farmers transport their harvests using privately owned motorized vehicles. They need money to buy gasoline and maintain their motorbikes. The high and low costs incurred will vary greatly for each farmer. The cost depends on the care carried out for harvest preparation and the distance or distance from the HKm land to the point of sale. Farmers generally sell their crops to middlemen or collectors in Datar Lebuay Village. The distance from HKm land to Datar Lebuay Village is between 5-10 km. Meanwhile, for farmers who are not able to transport their own harvest or due to the large number of harvests, they will use motorcycle taxi transportation services. One time transportation is calculated at 1000 IDR/kg

4. CONCLUSIONS AND ACKNOWLEDGEMENTS

1. The level of participation of Gapoktan Sinar Harapan farmers in the planing stage is in the high category, but farmers still need technical support and guidance in planing land management and institutional administration.
2. The level of farmer participation in the implementation is in the medium category, farmers still have difficulty in obtaining labor for harvesting activities. This needs to be supported by the application of appropriate technology so that it can minimize the limitations of time and energy.
3. The level of farmer participation in utilization is in the medium category, the goverment must implement agriculture business regulations that benefit farmers so that there is no monopoly on commodity prices from certain parties.

REFERENCES

- Ankamah, J., Kodua, T.T dan Addae, M. 2021. Structural equation modelling of perception for sustainable agriculture as climate change mitigation strategy in Ghana. *Environmental Systems Research*, 10 (26):1-13.

- Aprianto, D., Wulandari, C., dan Masruri, N.W., 2016 . Karbon Tersimpan pada Kawasan Sistem Agroforestry di Register 39 Datar Setuju KPHL Batutegi Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Sylva Lestari*, 4 (1):21-30.
- Arifin, B., Yuwono, SB., dan Ismono, H. 2018. Pengendalian Risiko Lingkungan di DAS Sekampung, Lampung. Kerjasama Universitas Lampung (UNILA), Indonesia dengan Research Institute for Humanity and Nature (RIHN), Jepang. LPPM Unila. Lampung. 43 pp.
- Arikunto, S. 2011. *Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktik*. Buku. Rineka Cipta. Jakarta. 370 pp.
- Asyari, M.A.H., dan Dewi, R.K. 2018. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi keberlanjutan pengelolaan HKm (social forestry) studi kasus di Kelompok Tani Hutan Bual Desa Aik Bual, Kecamatan Kopang, Lombok Tengah. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 6(2):42-47.
- Awang, S.A., Suhardi, Safitri, M.A., dan Kustomo, 2000. *Kelembagaan Kehutanan Masyarakat: Belajar dari Pengalaman*. Pustaka Kehutanan Masyarakat, Yogyakarta.
- Kaskoyo, H., Mohammed, A. J., and Inoue, M. 2017. Impact of community forest program in protection forest on livelihood outcomes: A case study of Lampung Province, Indonesia. *Journal of Sustainable Forestry*, 36(3):250-263.
- Kaskoyo, H., Mohammed, A.J., dan Inoue, M. 2014. Present State of Community Forestry (Hutan Kemasyarakatan/HKm) Program in a Protection Forest and Its Challenges: Case Study in Lampung Province, Indonesia. *Journal of Forest Science*, 30(1):15-29.
- Mamuko, F., Walangitan, H. dan Tilaar, W. 2016. Persepsi dan partisipasi masyarakat dalam upaya rehabilitasi hutan dan lahan di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur. *Eugenia*, 22 (2):80-91.
- Novasari, D. 2019. *Sistem Pengelolaan Hutan dan Perubahan Tutupan Lahan pada Lahan Hutan Kemasyarakatan di Kesatuan Pengelolaan Hutan Batutegi*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 51 pp.
- Novasari, D., Qurniati, R. dan Duryat. 2020. Keragaman Jenis Tanaman pada Sistem Pengelolaan Hutan Kemasyarakatan. *Jurnal Belantara*, 3(1):41-47.
- Novayanti, D., Banuwa, I.S., Safe'i, R. dan Wulandari, C. 2017. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persepsi Masyarakat dalam Pembangunan Hutan Tanaman Rakyat pada KPH Gedong Wani. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 9(2):61-74.
- Puspita, N.T., Qurniati, R., dan Febryano, I.G. 2020. Modal Sosial Masyarakat Pengelola Hutan Kemasyarakatan di Kesatuan Pengelolaan Hutan Batutegi. *Jurnal Sylva Lestari*, 8(1):54-64.
- Qurniati, R., Duryat, and Riniarti, M. 2018. Pendapatan Petani setelah Mendapatkan Ijin Hutan Kemasyarakatan. *Seminar Nasional ke 4 KOMHINDO: "Sinergi KPH dan Perhutanan Sosial dalam Upaya Mendukung Keberhasilan Pengelolaan Hutan Lestari"* Medan 19 September 2018. 12 pp.
- Qurniati, R., Febryano, I.G., and Zulfiani, D. 2017. How trust influence social capital to support collective action in agroforestry development?. *BIODIVERSITAS*, 18(3):1201-1206.
- Ridwan, P. Sudira, S.Susanto, dan L. Sutiarmo. 2013. Manajemen sumberdaya air Daerah Aliran Sungai Sekampung di antara Bendungan Batutegi dan Bendung Argoguruh, Propinsi Lampung: kerangka analitis penyusunan pola perasional waduk harian. *Jurnal Agritech*, 33(2) :226-233.
- Safe'i, R., Darmawan, A., dan Kaskoyo, H. 2020. Pemetaan Kesehatan Pohon di Hutan Konservasi (Studi Kasus Tahura Wan Abdul Rachman, Desa Cilimus Kecamatan Teluk Pandan Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung). *Agriculturan and Natural resource (ANR)*, 3:92-100.
- Safe'i, R., Wulandari, C., dan Kaskoyo, H. 2019. Analisis Kesehatan Hutan dalam Pengelolaan Hutan

Rakyat Pola Tanam Agroforestri di Wilayah Kabupaten Lampung Timur. *Agriculturan and Natural resource (ANR)*, 2:97-103.

- Safe'i,R., Febryano, I.G., dan Aminah, L.N. 2018. Pengaruh Keberadaan Gapoktan Terhadap Pendapatan Petani Dan Perubahan Tutupan Lahan Di Hutan Kemasyarakatan. *Jurnal Sosiohumaniora*, 20 (2):109-114.
- Sanudin., Awang,S.A., Sadono, R. dan Purwanto, R.H. 2016. Progress of Community Forest in Lampung Province. *J. MANUSIA DAN LINGKUNGAN*, 23(2):276-283.
- Somura, H., Yuwono, S.B., Ismono, H., Arifin, B., Fitriani, F., dan Kada, R. 2018 Relationship between water quality variations and land use in the Batutegei Dam Watershed, Sekampung, Indonesia. *Journal Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 1-9.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Buku. Alfabeta. Bandung. 334pp.
- Witno, Maria, Supandi, D. 2020. Community Participation in the Existence of Community Forest (HKm) Tandung Billa in Battang and Battang Barat Sub-District, Palopo City. *Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita*, 2(2):35-42
- Wulandari, C. 2019. Peran Kesatuan Pengelolaan Hutan dalam Pelaksanaan Program Perhutanan Sosial oleh Mitra. *Agriculturan and Natural resource (ANR)*, 2(1):1-5
- Wulandari, C. 2021. Identifying Climate Change Adaptation Efforts in the Batutegei Forest Management Unit, Indonesia. *Forest and Society*, 5(1):48-59.
- Wulandari, C., and Kurniasih, H. 2019. Community preferences for social forestry facilitation programming in Lampung, Indonesia. *Journal of Forestry and Society*, 3(1):114-132.
- Zeilika,E., Kaskoyo, H., dan Wulandari, C. 2021. The Effect Of Participation In Community Forest Management On The Welfare Of Farmers (Case Study At Mandiri Lestari Forest Farmers Community, In KPH VIII Batu Tegi. *Jurnal Hutan Tropis Volume*, 9(2):291-300.

KURKUMİN VE DİYABET
CURCUMIN AND DIABETES

Dr. Reşit UĞRAN

Batman Üniversitesi, Batman, Türkiye

ORCID NO: 0000-0003-3431-8351

ÖZET

Diabetes mellitus (DM), dünya çapında pandemik oranlara ulaşan bir metabolik durumlar topluluğudur. Patolojisinin çok faktörlü doğası, yaşam boyu ilaç tedavisi ve yaşam tarzı değişikliği de dahil olmak üzere hasta yönetimini son derece zorlaştırır. Ciddi, kronik bir metabolik hastalık olduğu için birçok komplikasyonu beraberinde getirebilir ve bu da mortaliteyi artırabilir. Son yıllarda, yapılan çalışmalar, oksidatif stres ve inflamatuvar reaksiyonların DM patogeneğinde kritik roller oynadığını göstermiştir. Modern ilaçlarla aynı yan etkilere sahip olmayan doğal antidiyabetik ilaçlara artan bir talep var. Zerdeçal baharatında bulunan bir fitokimyasal olan kurkumin, Hindistan'da yüzyıllardır kullanılmaktadır ve bilinen hiçbir yan etkisi yoktur. Çeşitli kronik hastalıklara karşı bazı yararlı etkileri olduğu gösterilmiştir. Bu terapötik etkilerin çoğu, güçlü antioksidan ve antienflamatuvar aktivitelerinden kaynaklanmaktadır. DM'nin oksidatif stresi ve inflamatuvar mekanizmaları göz önüne alındığında, kurkumin diyabetin önlenmesi ve iyileştirilmesi için uygun kabul edilebilir. Bu derlemede, kurkuminin DM'deki antioksidan ve antienflamatuvar aktivitelerini; DM üzerindeki etkileri ve bununla ilişkili komplikasyonların azaltılmasındaki özellikleri üzerinde durulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Zerdeçal, Kurkumin, Diyabet, İnflamasyon, Nefropati, Karaciğer

ABSTRACT

Diabetes mellitus (DM) is a collection of metabolic conditions reaching pandemic proportions worldwide. The multifactorial nature of its pathology makes patient management extremely difficult, including lifelong medication and lifestyle modification. As it is a serious, chronic metabolic disease, it can bring many complications, which can increase mortality. In recent years, studies have shown that oxidative stress and inflammatory reactions play critical roles in the pathogenesis of DM. There is an increasing demand for natural antidiabetic drugs that do not have the same side effects as modern drugs. Curcumin, a phytochemical found in the spice turmeric, has been used in India for centuries and has no known side effects. It has been shown to have some beneficial effects against various chronic diseases. Many of these therapeutic effects are due to their potent antioxidant and anti-inflammatory activities. Considering the oxidative stress and inflammatory mechanisms of DM, curcumin can be considered suitable for the prevention and amelioration of diabetes. In this review, the antioxidant and anti-inflammatory activities of Curcumin in DM; Its effects on DM and its features in reducing its associated complications are emphasized.

Keywords: Turmeric, Curcumin, Diabetes Mellitus, Inflammation, Nephropathy, Liver

GİRİŞ

İnsan uygarlığının başlangıcından bu yana bitkiler, insan yaşamının her alanında çok önemli bir rol oynamıştır. Hem eski hem de modern kültürlerde sağlık sistemlerinin gelişimi, şifalı otlar ve bitkisel türevler

kullanılmadan mümkün olamazdı (Newman ve ark. 2003; Butler 2004; Gurib-Fakim 2006). Bu nedenle, gelişmekte olan ülkelerdeki insanların çoğu sağlık ihtiyaçlarını karşılamak için doğal ürünlere bağımlı olduğundan, doğal ürünlerin rolü hafife alınmamalıdır (Mukherjee ve Wahile 2006). Bitkisel tedaviler, yan etkilerinin olmadığı veya en az yan etkileri olduğuna dair bir inanç olduğu için giderek daha popüler hale geliyor. Bitkisel ilaçları modern bilim bağlamında keşfetmeye ve buna göre doğrulamaya ihtiyaç vardır. Çeşitli sağlık sorunları arasında diyabet ve komplikasyonları tüm dünyada gelecekteki halk sağlığı kaynakları için büyük bir tehdit oluşturmaktadır (WHO 2017).

Yapılan araştırmalara göre gelişen dünyada Diabetes Mellitus (DM) prevalansı salgın oranlarda artmakta ve hızlanmaktadır (WHO 2020). Diabetes mellitus (DM), özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde önemli bir halk sağlığı tehdidi oluşturmaktadır, 2013 yılında 382 milyon kişinin bu hastalığa yakalandığı tahmin edilirken, 2035 yılına kadar bu sayının 592 milyona çıkması beklenmektedir (Lee ve ark. 2013, IDF 2019). DM, kronik hiperglisemi, poliüri, polidipsi, polifaji, zayıflama ve insülin sekresyonu ve/veya insülin etkisindeki mutlak veya nispi eksiklik ile ilişkili karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasındaki bozulmaya bağlı zayıflık olarak tanımlanmaktadır (Deb ve Dutta 2006). İnsülin sekresyonundaki, insülin etkisindeki veya her ikisindeki kusurlar, esas olarak pankreas β -hücre disfonksiyonu nedeniyle ortaya çıkar ve hipoglisemik duruma neden olur (Zeng ve ark. 2017; ADA 2019). DM'nin kronik hiperglisemisi, çeşitli organlarda uzun vadeli hasar, işlev bozukluğu ve yetmezlik ile ilişkilidir (ADA 2013). Kan glukoz düzeylerinde uzun süreli yükselme, kalp hastalıkları, felç, körlük ve böbrek hastalıkları dahil olmak üzere bu ilişkili makro ve mikro-vasküler komplikasyonların nedenidir (Loghmani 2005). Hiperglisemi dışında hiperlipidemi ve oksidatif stres gibi başka faktörlerin de yüksek komplikasyon riskine neden olan DM'nin patogenezinde büyük rol oynadığından bahsetmişlerdir (Kangralkar ve ark. 2010).

Son yıllarda çeşitli hastalıkların tedavisinde şifalı bitkilerin kullanımı ve etkinliği büyük ilgi görmektedir. Tıbbi şifalı bitkiler arasında Flavonoidler, bitkilerde ikincil metabolizmanın sonucu olan doğal polifenolik bileşikler ailesinin büyük bir alt grubudur (Cermak ve Wolfram, 2006). Son yıllarda yapılan araştırmalar, flavonoidlerin kanser, kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer, felç, diyabet, osteoporoz ve romatoid artrit gibi yaygın hastalık kompleksinin önlenmesi ve kontrolünde çok etkili olduğunu göstermiştir (Chen ve Chen, 2013; Lee ve ark. 2009; Scalbert ve ark. 2005). Ayrıca, flavonoidlerin antiviral, anti inflamatuvar, ve antialerjik etkilerine dair sağlam kanıtlar vardır (Ghasemi ve ark. 2019; Lindsay ve ark. 2029; Weng ve Goel, 2020).

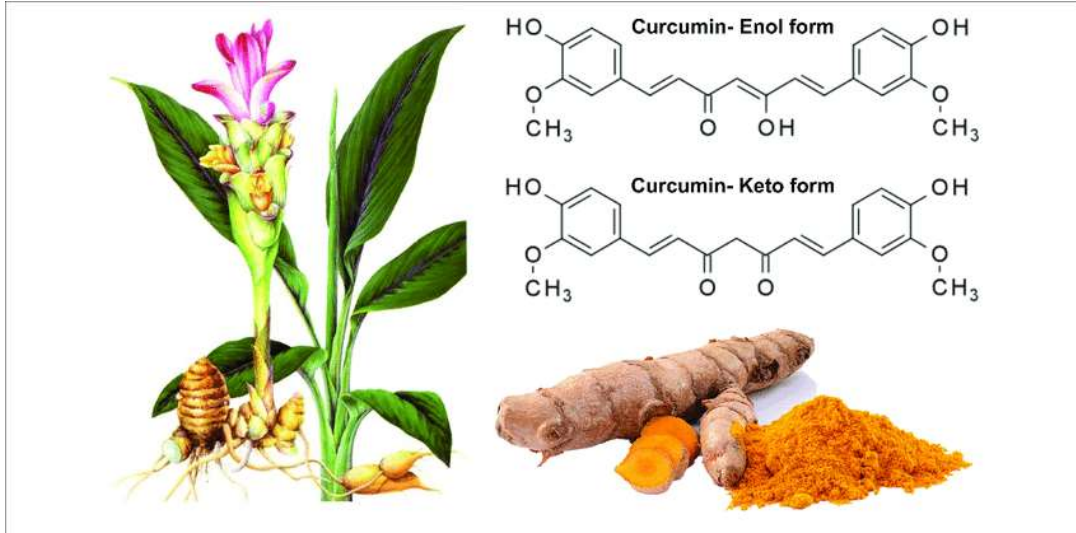
KURKUMİN

Tıbbi bitkilerin geniş yelpazesi arasında, kurkumin, bilimsel adı C. longa ve diğer Zerdeçal türlerindeki ana doğal polifenol, ya kurkumin (1,7-bis(4-hidroksi-3 metoksifenil)-1,6-heptadien-3,5-dion) ya da diferuloilmetan olarak bilinir. Demethoxycurcumin ve bisdemethoxycurcumin gibi diğer curcuminoidler, curcumin'e yapısal olarak benzer ve sadece aromatik halkalardaki metoksi gruplarının sayısına göre farklılık gösterir (Şekil 1) (Chattopadhyay ve ark. 2004; Kunnunakkara ve ark. 2017).

Yapılan birçok bilimsel çalışma, kurkuminin yararlı farmakolojik etkilerini göstermiştir. Kurkuminin kullanımı ve biyolojik faydaları ile ilgili araştırmalar uzun zamandır dünya çapında ilgi görmektedir. Kurkumin; Zencefilgiller (Zingiberaceae) familyasından sarı çiçekli, büyük yapraklı, çok yıllık otsu bir bitki cinsi olan Zerdeçal (Curcuma longa) bitkisinin köklerinden (Rhizoma Curcumae) elde edilen major biyoaktif bileşenlerin en önemlisidir (Priyadarsini 2014). Kurkuminin, hücre büyümesini, iltihabı ve apoptozu kontrol eden hücre içi sinyal yollarının bir modülatörü olabilen oldukça pleiotropik bir molekül olduğu kanıtlanmıştır. Zerdeçal, hem tıp/bilim dünyasından hem de mutfak dünyasından büyük ilgi gören bir baharattır.

Kurkumin kaynağı olan zerdeçalın tıbbi özellikleri binlerce yıldır bilinmektedir; bununla birlikte, tam etki mekanizma(lar)ını belirleme ve biyoaktif bileşenleri belirleme yeteneği ancak son zamanlarda araştırılmıştır

(Gupta ve ark. 2013). Kurkumin, öncelikle Vogel (1842) tarafından izole edildi ve yapısal olarak Milobedeska ve arkadaşları (1910) tarafından karakterize edildi; 1913 yılında Lampe ve arkadaşları tarafından sentezlendi ve doğrulandı (Gupta ve ark. 2013). Geleneksel tıpta kurkumin; hazımsızlık, üriner sistem enfeksiyonları, karaciğer hastalıkları ve romatoid artrit gibi çok çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Pandya ve ark. 2000).



Şekil 1. Zerdeçal kökünden izole edilen kurkuminin moleküler yapısı (Zheng ve ark. 2018).

Kurkumin uzun zaman köri baharatı, doğal renk ajanı olarak Çin ve Hindistan geleneksel tıbbında kullanılmıştır. Kurkumin, Japonyada köri, turp turşusu ve Japon şekerlemesi olarak kullanılmıştır. Son araştırmalar kurkuminin çeşitli fizyolojik aktivitelerinin ortaya çıkarmış ve ilgi dünya çapında kurkumin'e yoğunlaşmıştır. Kurkuminin birden fazla etkisi tespit edilmiştir (Sunagawa ve ark. 2015). Kurkumin, zerdeçalın aktif bir bileşeni olup, organik (bitkisel) tedavilerin son keşfidir. Bilim adamları tarafından karaciğer hastalıkları, alzheimer, chron, parkinson hatta AIDS gibi bir çok hastalıkta potansiyel tedavi yöntemi olarak görülmektedir. Tamamen doğal ve doğada bol miktarda bulunduğundan değerli olarak görülmektedir. Kurkumine olan ihtiyaç diyabet ve obezite gibi bazı hastalıkların birbirine eşlik ettiğinden kaynaklanmaktadır. Kurkumin'in antioksidan, antienflamatuar, antibakteriyel ve antiviral özellikleri bulunmaktadır. Kötü kolesterol seviyesini düşüren, bağışıklık sistemini uyaran bir detoksifikasyon ajan olduğu bildirilmektedir. Bu açıklama, kurkuminin vücutta birden fazla şekilde etkisi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (Javeri and Chand, 2016).

Bir polifenol olan kurkuminin, çoklu sağlık yararlarını desteklemeye yardımcı olan hücresel düzeyde aktivite gösterirken, çoklu sinyal moleküllerini hedef aldığı gösterilmiştir(2). İnflamatuar koşullara, metabolik sendroma, ağrıya fayda sağladığı ve inflamatuvar ve dejeneratif göz koşullarının yönetiminde yardımcı olduğu gösterilmiştir. Ayrıca böbreklere de fayda sağladığı gösterilmiştir (Aggarwal ve Harikumar, 2009; Panahi ve ark. 2016; Kuptniratsaikul ve ark. 2014; Mazzolani ve ark. 2013; Allegri ve ark. 2010).

Kurkumin takviyesinin sayısız terapötik faydası var gibi görünse de, bu faydaların çoğu antioksidan ve antiinflamatuvar etkilerinden kaynaklanmaktadır (, Aggarwal ve Harikumar, 2009). Enflamatuar ve antioksidan mekanizmalar yoluyla bildirilen faydalarına rağmen, kurkuminin tek başına yutulmasıyla ilgili en büyük sorunlardan biri, öncelikle zayıf emilim, hızlı metabolizma ve hızlı eliminasyondan kaynaklandığı görülen zayıf biyoyararlanımıdır (Anand ve ark. 2007). Bu çeşitli mekanizmalara değinerek kurkuminin biyoyararlanımını iyileştirmek için çeşitli ajanlar test edilmiştir. Çoğu, biyoyararlanımını artırmak için

kurkuminin metabolik yolunu bloke etmek için geliştirilmiştir. Örneğin, bilinen bir biyoyararlanım artırıcı olan piperin, karabiberin ana aktif bileşenidir (Han, 2011), ve kurkuminin biyoyararlanımında %2000'lik bir artışla ilişkilidir. Bu nedenle, zayıf biyoyararlanım sorunu, biyoyararlanımı artıran ve böylece bir kurkumin kompleksi oluşturan piperin gibi ajanlar eklenerek çözülmüş gibi görünmektedir (Shoba ve ark. 2011).

Kurkumin, birçok potansiyel sağlık yararı için dünya çapında birçok farklı biçimde tanınmakta ve kullanılmaktadır. Örneğin Hindistan'da kurkumin içeren zerdeçal körilerde kullanılmıştır. Japonya'da çay ile servis edilir; Tayland'da kozmetikte kullanılır; Çin'de renklendirici olarak kullanılır. Kore'de içeceklerde servis edilir. Malezya'da antiseptik olarak kullanılır. Pakistan'da bir anti-inflamatuar ajan olarak kullanılır. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise hardal sosu, peynir, tereyağı ve cipslerde, koruyucu ve renklendirici ajan olarak, kapsül ve toz formlarına ek olarak kullanılmaktadır. Kurkumin, kapsüller, tabletler, merhemler, enerji içecekleri, sabunlar ve kozmetikler dahil olmak üzere çeşitli formlarda kullanımı mevcuttur (Gupta ve ark. 2013).

Kurkuminin en büyüleyici gerçeği, iyi bir güvenlik kaydına sahip olmasıdır. İnsanlarda ve hayvanlarda yapılan çalışmalarda *C. longa* veya kimyasal bileşikleriyle ilişkili herhangi bir toksisiteye rastlanmadığı ve daha yüksek dozlarda bile toksisite göstermediği bildirilmiştir (Qureshi ve ark. 1192; Lao ve ark. 2006). Tek doz standart kurkumin tozunun tolere edilen maksimum dozunu ve güvenliğini saptamak için sağlıklı gönüllüler kullanılarak yapılan bir doz yükseltme çalışması, 500 ila 12.000 mg kurkumin dozlarının uygulanmasının son derece iyi tolere edildiğini göstermiştir (Kunnumakkara ve ark. 2017). Bununla birlikte, Pari ve arkadaşları (2008), yüksek dozda kurkuminin mide bulantısı, ishal, karaciğer fonksiyon testlerinde artış ve kanama riskinin artması gibi olumsuz etkilere sahip olduğuna değinmişlerdir. Kurkuminin ayrıca trofozoitlerin intrahepatik sonrası aşılmasının neden olduğu karaciğer hasarını önlediği de gösterilmiştir. Hayvan modellerinde yapılan makroskopik ve mikroskopik değerlendirmeler bu maddenin ALT, ALP ve γ -GTP aktivitelerini azaltabildiğini göstermiştir. Kurkuminin Nrf2/FXR ekseninin modülasyonu yoluyla etanol kaynaklı hepatik steatozu hafifletebildiği gibi ayrıca, glikojen içeriğinde amip hasarının neden olduğu azalmayı iyileştirebilir ve Nrf2 üretiminin yukarı regülasyonu yönünde bir eğilimi indüklerken NF- κ B aktivitesini ve IL-1 β seviyelerini baskılayabildiği de bildirilmiştir (Buccolo ve ark. 2019, Xiang ve ark. 2020, Li ve ark. 2018).

DİYABET

Pankreasın Langerhans adacıklarında endokrin hücrelerinin iki ana alt sınıfı vardır: insülin üreten beta hücreleri ve glukagon salgılayan alfa hücreleri. Beta ve alfa hücreleri, glikoz ortamına bağlı olarak hormon salgı düzeylerini sürekli olarak değiştirirler. İnsülin ve glukagon arasındaki denge olmadan, glikoz seviyeleri uygunsuz bir şekilde düzensiz hale gelir. DM durumunda, insülin ya yoktur yada etkisi bozulmuştur (insülin direnci) ve dolayısıyla hiperglisemiye yol açar. Tip 1 Diyabet (T1DM), tipik olarak bir otoimmün sürece ikincil olarak pankreastaki beta hücrelerinin yok edilmesi ile karakterize edilir. Sonuç, beta hücrelerinin mutlak yıkımıdır ve sonuç olarak insülin yoktur veya çok düşüktür. Tipe 2 Diyabet (T2DM), insülin seviyeleri ile insülin duyarlılığı arasındaki bir dengesizliğin insülinin işlevsel bir eksikliğine neden olduğu daha sinsi bir başlangıcı içerir. İnsülin direnci çok faktörlüdür, ancak genellikle obezite ve yaşlanmaya bağlı olarak gelişir (Rajaei ve ark., 2019; Klein ve ark. 1996).

Tüm diyabet türleri, genel erken ölüm riskini artırabilecek ciddi akut ve kronik komplikasyonlar üretir. Akut komplikasyonlar arasında hipoglisemi, ketoasidoz veya nonketotik hiperosmolar koma yer alır; kronik komplikasyonlar arasında kardiyovasküler hastalıklar, kronik böbrek yetmezliği ve retina, sinir ve damar dokularında hasar yer alır (Trujillo ve Bobadilla 2010). Hamilelik sırasında diğer komplikasyonların yanı sıra fetal ölüm, preeklampsi ve eklampsiye neden olabilir (Roglic 2016; Wu ve ark. 2016). Tip 2 diyabet, hücrelerin insülin sinyalini azalttığı, hiperglisemiye ve kalp, böbrek ve karaciğer hastalığı gibi uzun vadeli komplikasyonlara yol açtığı kronik bir hastalıktır. Son zamanlarda, giderek daha fazla çalışma, diyabet

patogenezinde oksidatif stres ve inflamatuvar reaksiyonların kritik rollerini göstermiştir (Ramana ve ark., 2010).

Epidemiyolojik çalışmalar, meyve ve sebzelerden zengin diyetlerin vücut ağırlığını (obezite) düzenlemeye yardımcı olduğunu ve kardiyovasküler hastalık, kanser ve diyabete karşı koruma sağladığını ileri sürmüştür (Vieira ve ark., 2016; Stefan ve ark. 2018). Bununla birlikte, gıda bileşenlerinin hastalık önleme ve tedavisindeki rolünü belirlemek zordur. Polifenoller olarak bilinen belirli bileşenler, potansiyel sağlık yararları ve kronik hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici özellikleri nedeniyle bilim dünyasında oldukça dikkat çekmiştir (Moore ve ark., 2016; Yousef ve ark., 2017; Serino ve ark., 2018).

KURKUMİN VE DİYABET

Kurkuminin en değerli terapötik etkisi hipoglisemik etkidir. DM'nin ana patogenezi, dokuların veya hücrelerin insülin için biyolojik etkisinin çok az olduğu veya hiç olmadığı insülin direncidir (Khan, 1978). Guo (2014), bu durumun kardiyovasküler hastalık, hiperlipidemi ve hiperürisemi gibi daha komplike sonuçlara yol açabileceğini bildirmiştir. Çok sayıda in vivo ve vitro çalışma, kurkuminin insülin direnci ve DM'nin önlenmesi ve tedavisinde “yıldız molekül” rolü oynadığını göstermiştir. Çeşitli dozlarda curcumin'in oral yoldan verilmesi, vücut ağırlığı kaybını önleyebildi, kandaki glikoz, hemoglobin, glikozillenmiş hemoglobin seviyelerini düşürdü (Arun ve Nalini, 2002). Kurkumin, tip 2 diyabette anti-hiperglisemik ve hipokolesterolemik etkilerin yanı sıra, bir STZ kaynaklı pankreas hasarı modelinde antioksidan ve anti-inflamatuvar etkisiyle pankreas hasarına (çoğunlukla insülin salgılayan beta hücreleri üzerinde) karşı koruyucu etki göstermiştir (Pari ve Murugan, 2007; Mahesh ve ark. 2004). Kurkuminin, hiperlipidemi, metabolik sendrom ve diyabetli hayvanlarda lipid profilini iyileştirdiği, plazma trigliseritlerini ve yüksek yoğunluklu olmayan lipoprotein (HDL)-kolesterolü azalttığı ve HDL-kolesterolü ise arttırmıştır (Kelany ve ark. 2017; Jang ve ark., 2008; Pari ve Murugan 2007). Kurkuminin, yara iyileşmesi için faydalı olan anti-mikrobiyal aktivite içerdiği bildirilmiştir (Kiso ve ark. 1983).

Kurkumin, anti-inflamatuvar etkideki zenginliği nedeniyle, azaltılmış inflamatuvar indüksiyon ve antioksidan aktivite ile STZ ile indüklenen diyabetik fare modelinde yara kapanma oranını artırma yeteneğine sahiptir. Redoks duyarlı bir transkripsiyon faktörü olan nükleer faktör eritroid 2-ilişkili faktör 2 (Nrf2), sitoprotektif genlerin ekspresyonunu indükleyen ve serbest radikalleri temizleyen antioksidanların üretimini artıran hücre içi redoks homeostazının anahtar düzenleyicisidir. Nrf2, oksidatif stresle savaşıyor ve DM ve diyabetik ayak ülseri, kronik böbrek hastalığı ve diyabetik nefropati gibi komplikasyonları dahil olmak üzere çeşitli patofizyolojik koşullarda yara iyileşme sürecini kısaltmıştır (Victor ve ark. 2020). Kurkumin, sitoprotektif olan faktörleri aktive eden bir Nrf2 aktivatörüdür (Kumar ve ark. 2014). Hem oral hem de topikal olarak uygulanan kurkuminin, diyabetik dejenerasyonun iyileşmesinde yara onarımını arttırdığını ve bu tür klinik ortamlarda farmakolojik bir ajan olarak geliştirilebileceğini göstermektedir (Sidhu ve ark. 1999). Kurkuminin patolojik olarak aşırı indüklenebilir matris metalloproteinaz (MMP) seviyelerinde, lokal ve sistemik inflamasyonda önemli bir azalmaya neden olduğunu ve yara iyileşmesi için elverişsiz olan hiperglisemi ve bakteri kaynaklı bağ dokusunu önlediği belirlemiştir (Elburki ve ark. 2017).

Bazı araştırmalar, kurkuminin sadece diyabetin doğrudan meydana getirdiği komplikasyonları azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda bu hastalığın neden olduğu dolaylı komplikasyonları da iyileştirdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, çoğunlukla oksidatif hasar ve inflamasyona bağlı olarak ortaya çıkan mikrovasküler bir problem olan diyabetik nöropatinin kurkumin uygulamasından sonra düzeldiği gösterilmiştir (Sharma ve ark. 2007). Uzun süreli diyabetin yaygın komplikasyonları olan diyabetik retinopati, nefropati ve kardiyomiyopatinin de kurkumin tüketiminden sonra düzeldiği bildirilmiştir (Sharma ve ark. 2006; Farhangkhoe ve ark. 2006; Feng ve ark. 2008). Bir antioksidan ve NF- κ B inhibitörü olan kurkuminin diyabetin önlenmesi ve iyileştirilmesi için yararlı olarak kabul edilmiştir (Maradana ve ark., 2013; Meng ve ark., 2013). Kurkuminin, a-glukozidaz, aldoz redüktaz ve aldoz redüktaz inhibitörleri gibi diyabetle bağlantılı enzimleri inhibe edebildiği de belirlenmiştir (Du ve ark., 2006; Ramana ve ark., 2010). Aldebasi

ve ark. (2013) kurkuminin antioksidan, antiinflamatuvar, vasküler endotelial büyümenin inhibisyonu ve nükleer transkripsiyon faktörleri yoluyla diyabetik retinopatinin inhibisyonu veya ilerlemesini yavaşlatmada terapötik bir potansiyele sahip olduğunu bildirmiştir.

Kurkuminin sentetik bir türevi olan (2E,6E)-2,6-bis(2-(triflorometil) benziliden)sikloheksanon veya C66, Nrf2'nin aktivasyonu yoluyla aortta diyabet kaynaklı patojenik değişiklikleri iyileştirdiği gösterilmiştir. Bu durumun aortta diyabetle ilişkili oksidatif strese bağlı olabileceği ve diyabetin aortun apoptoz, inflamasyon ve fibrozisi üzerindeki etkilerini tersine çevirebileceğine değinilmiştir. C66 veya JNK2 delesyonu Nrf2'yi aktive edebilirken, C66'nın JNK2 olmadan diyabetik aort hasarı veya Nrf2 aktivitesi üzerinde ek bir etkisinin olmadığı, ancak ikisinin birlikte ele alınarak C66, JNK2'nin baskılanması ve Nrf2 düzeylerinin ve fonksiyonunun artırılması yoluyla aortta diyabetle ilişkili patolojik değişikliklere karşı koruma sağlayabileceği bildirilmiştir (Li ve ark. 2018). Başka bir çalışma ise kurkumin analogu olan A13'ün diyabetik sıçanların miyokardiyal dokularındaki histolojik değişiklikleri azaltabileceğini göstermiştir. Ayrıca kurkumin ve A13, Nrf2/ARE yolunun aktivasyonu yoluyla bu dokudaki MDA seviyelerini düşürebildiği ve SOD aktivitesini artırabildiği işaret edilmiştir (Xiang ve ark. 2020). Kurkuminin diyabetle ilişkili retinopatiye karşı koruyucu etkisi, Nrf2/HO-1 ekseninin aktivasyonundaki rolü ile de ilişkilendirilmiştir (Buccolo ve ark. 2019).

Kurkuminin etkileri, streptozotosin (STZ) ve alloxan ile indüklenen diyabetik hayvan modelleri kullanılarak yapılan birçok çalışmada incelenmiştir. STZ ile indüklenen diyabetik Wistar sıçanlarına kurkumin (300 mg/kg vücut ağırlığı/gün) ile 8 hafta boyunca uygulanması, açlık plazma glukozu, kolesterol, trigliserit ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL)-kolesterol düzeylerini önemli ölçüde azalttı. Buna artan plazma proteini ve kreatinin seviyeleri ve azalmış plazma üre seviyeleri eşlik etti, bu da böbrek fonksiyonunun iyileştiğini gösterir. Kurkumin uygulaması ayrıca azaltılmış lipid peroksidasyonu ve artan süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz aktiviteleri ile antioksidan etkiler de göstermiştir (Ali Hussain, 2002). STZ ile indüklenen, diyabetik, erkek Wistar sıçanlarının kurkumin (100 mg/kg canlı ağırlık/gün) ve kaptopril (50 mg/kg canlı ağırlık/gün) ile 6 hafta süreyle tedavisi, düşük glikoz, toplam kolesterol ve LDL seviyeleri ile sonuçlanmıştır, bu da hiperlipidemide ve hiperglisemi azalma olduğunu düşündürmektedir. Düşük serum kreatinin ve üre nitrojen seviyeleri ve böbrek ağırlığı ile kurkumin tedavisi ile böbrek fonksiyonu iyileştirildi. Ek olarak, kurkumin tedavisi TNF- α , IL-10 ve ACE-1 düzeylerini düşürmüştür (Abdallah ve Gomaa, 2015).

Diyabetik hastalar birçok karaciğer rahatsızlığının yanı sıra sıklıkla yağlı karaciğer hastalığından muzdariptir (Prentki ve Madiraju 2008). Yapılan bir çalışmada 8 hafta boyunca kurkumin diyeti ile beslenen STZ ile indüklenen diyabetik sıçanların daha az albümin, üre, kreatin ve inorganik fosfor salgılandığının sonucuna varılmıştır. Kurkumin ayrıca karaciğer ağırlığını, plazma ve idrarda lipid peroksidasyon ürünlerinde bir azalma meydana getirmiştir (Babu ve Srinivasan 1995). Diyabetik farelerde kurkuminin hepatik endoplazmik retikulum stresi (ERS) aracılı apoptozu modüle ederek diyabetik karaciğeri koruma potansiyeline sahip olduğunu ve diyabetik karaciğer hasarı için yeni bir terapötik strateji sağladığı bildirilmiştir. Kurkuminin ayrıca, diyabetik karaciğerde makrofaj alımını, polimorfik çekirdekli dejenere hepatositleri ve dilate sinüzoidleri, hepatik doku boyunca uzanan mononükleer hücre infiltratı gibi birçok patolojik değişikliği iyileştirdiğini ve kan şekeri seviyesini önemli ölçüde azalttığına değinilmiştir (Afrin ve ark. 2015).

SONUÇ

Özellikle Çin, İran ve Ayurveda geleneksel tıbbında tedavi edici özelliklerinden dolayı kullanılan, oldukça pleiotropik bir ajan olan kurkuminin güvenilirliği ve kullanılabilirliği yapılan çok sayıda araştırma ile desteklenmiştir. Kurkumin, çok çeşitli moleküler hedefleri etkileme kabiliyeti ve güvenilirliği nedeniyle, bir dizi hastalığın önlenmesi ve/veya tedavisi için potansiyel bir aday olduğuna dikkat çekilmiştir. Kurkumin, insülin direnci, hiperglisemi, hiperlipidemi gibi diyabetin meydana getirdiği birçok durumu olumlu

yönde etkileyebilmekte ve diyabetin zararlı komplikasyonlarını önleyebilmektedir. Doğal olarak elde edilen kurkuminin potansiyel faydalarına rağmen klinik denemelerde elde edilen sonuçlar, şimdiye kadar diyabetin neden olduğu nefropati, mikroanjyopati ve retinopati gibi hastalıkları tedavi etmede kullanıldığı bilgisi mevcuttur. Kurkuminin, insanlarda diyabet ve diyabetle ilişkili bozuklukları tedavi edici potansiyel özelliklerini doğrulamak için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Bu derlemede Zerdeçal bitkisinin köklerinden elde edilen ve antik zamanlardan beri hem geleneksel tıpta hem de Uzak Doğu, Asya, Hindistan mutfağında bir baharat olarak kullanılan kurkuminin özelliklerinin yanı sıra diyabet ve diyabetle ilişkili kompliskasyonlardaki etki ve etkileşimlerinden bahsedilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdallah, E.S.H., Gomaa, A.M.S. (2015). Effects of curcumin and captopril on the functions of kidney and nerve in streptozotocin-induced diabetic rats: Role of angiotensin converting enzyme 1. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 40, 1061–1067.
- Afrin, R., Arumugam, S., Soetikno, V., Thandavarayan, R. A., Pitchaimani, V., Karuppagounder, V., ... & Watanabe, K. (2015). Curcumin ameliorates streptozotocin-induced liver damage through modulation of endoplasmic reticulum stress-mediated apoptosis in diabetic rats. *Free radical research*, 49(3), 279-289.
- Aggarwal, B.B. and Harikumar, K.B. (2009). Potential therapeutic effects of curcumin, the anti-inflammatory agent, against neurodegenerative, cardiovascular, pulmonary, metabolic, autoimmune and neoplastic diseases. *Int. J. Biochem. Cell Biol.* 41, 40–59
- Aldebasi, Y.H.; Aly, S.M.; Rahmani, A.H. Therapeutic implications of curcumin in the prevention of diabetic retinopathy via modulation of anti-oxidant activity and genetic pathways. *Int. J. Physiol. Pathophysiol. Pharmacol.* 2013, 5, 194–202
- Allegri, P., Mastromarino, A., Neri, P. (2010). Management of chronic anterior uveitis relapses: Efficacy of oral phospholipidic curcumin treatment. Long-term follow-up. *Clin. Ophthalmol.* 4, 1201–1206.
- American Diabetes Association (2019). Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes – *Diabetes Care*, , Arlington, pp.S13–S28,.
- Anand, P.; Kunnumakkara, A.B.; Newman, R.A.; Aggarwal, B.B. (2007). Bioavailability of curcumin: Problems and promises. *Mol. Pharm.*, 4, 807–818.
- Arun,N., and Nalini, N. (2002). “Efficacy of turmeric on blood sugar and polyol pathway in diabetic albino rats”, *Plant Foods For Human Nutrition*, vol. 57, pp. 41–52.
- Babu, P. S. and Srinivasan, K. (1995). “Influence of dietary curcumin and cholesterol on the progression of experimentally induced diabetes in albino rat,” *Molecular and Cellular Biochemistry*, vol. 152, no. 1, pp. 13–21,.
- Bucolo, C.; Drago, F.; Maisto, R.; Romano, G.L.; D’Agata, V.; Maugeri, G.; Giunta, S. (2019). Curcumin prevents high glucose damage in retinal pigment epithelial cells through ERK1/2-mediated activation of the Nrf2/HO-1 pathway. *J. Cell. Physiol.* 234, 17295–17304.
- Butler, M.S. (2004). “The role of natural product chemistry in drug discovery”, *Journal of Natural Products*, vol.67, pp.2141–53, 2004.
- Cermak R, Wolfram S. (2006). The potential of flavonoids to influence drug metabolism and pharmacokinetics by local gastrointestinal mechanisms. *Curr Drug Metab.*;7(7):729–44.
- Chattopadhyay, I., Biswas, K., Bandyopadhyay, U., Banerjee, R.K. (2004). Turmeric and curcumin:

- Biological actions and medicinal applications. *Cur. Sci.*, 87, 10.
- Chen, A.Y. and Chen Y.C. (2013). A review of the dietary flavonoid, kaempferol on human health and cancer chemoprevention. *Food Chem.*;138(4):2099–107.
- Deb, L. and Dutta, A. (2006). “Diabetes mellitus its possible GBD 2pharmacological eveluation techniques and naturopathy”, *International Journal of Green Pharmacy*, vol.1, pp.7-28.
- Diabetes-World Health Organization,-Diabetes (2020) - World Health Organization www.who.int › Newsroom › Fact sheets › Detail
- Du, Z.Y., Bao, Y.D., Liu, Z., Qiao, W., Ma, L., Huang, Z.S., Gu, L.Q., Chan, A.S. (2006). Curcumin analogs as potent aldose reductase inhibitors. *Arch. Pharm. Weinh.*, 339, 123–128.
- Elburki, M.S., Moore,D.D., Terezakis, N.G. et al, (2017). “A novel chemically modified curcumin reduces inflammation-mediated connective tissue breakdown in a rat model of diabetes: Periodontal and systemic effects”, *Journal of Periodontal Research*, vol.52, no.2, pp.186–200.
- Farhangkhoe, H., Khan, Z.A, Chen, S., Chakrabarti, S. (2006). Differential effects of curcumin on vasoactive factors in the diabetic rat heart. . *Nutr Metab (Lond)*; 3: 27.
- Feng, B., Chen, S., Chiu J., George, B., Chakrabarti, S. (2008). Regulation of cardiomyocyte hypertrophy in diabetes at the transcriptional level. *Am J Physiol Endocrinol Metab.*; 294(6): E1119-E26.
- Ghasemi, F., Shafiee, M, Banikazemi, Z., Pourhanifeh, M.H., Khanbabaei, H., Shamshirian, A., et al. (2019). Curcumin inhibits NF-κB and Wnt/β-catenin pathways in cervical cancer cells. *Pathol Res Pract.*; 215(10):152556.
- Guo, S. (2014). “Insulin signaling, resistance, and the metabolic syndrome: insights from mouse models into disease mechanisms”, *Journal of Endocrinology*, vol.220,no.2, pp. T1–T23.
- Gupta, S.C., Patchva, S., Aggarwal, B.B. (2013). Therapeutic Roles of Curcumin: Lessons Learned from Clinical Trials. *AAPS J.*, 15, 195–218. [CrossRef] [PubMed]
- Gurib-Fakim, A. (2006). “Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow”, *Molecular Aspects of Medicine*, vol.27, pp. 1–93,
- Han, H.K. (2011). The effects of black pepper on the intestinal absorption and hepatic metabolism of drugs. *Expert Opin. Drug Metab. Toxicol.*, 7, 721–729.
- Hussain Ali, H.E.M. (2002). Hypoglycemic, hypolipidemic and antioxidant properties of combination of Curcumin from *Curcuma longa*, Linn, and partially purified product from *Abroma augusta*, Linn. in streptozotocin induced diabetes. *Indian J. Clin. Biochem.*, 17, 33–43.
- I.D. Federation and IDF Diabetes Atlas. (2019).
- Jang, E.M., Choi, M.S., Jung, U.J., Kim, M.J., Kim, H.J., Jeon, S.M., Shin, S.K., Seong, C.N., Lee, M.K. (2008). Beneficial effects of curcumin on hyperlipidemia and insulin resistance in high-fat-fed hamsters. *Metabolism*, 57, pp. 1576-1583, 10.1016/j.metabol.2008.06.014
- Kelany, M.E., Hakami, T.M., Omar, A.H. (2017). Curcumin improves the metabolic syndrome in high-fructose-diet-fed rats: role of TNF-α, NF-κB, and oxidative stress. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 95, pp. 140-150, 10.1139/cjpp-2016-0152
- Kiso, Y., Y.Suzuki, Watanabe, N., et al. (1983). “Antihepatotoxic principles of *Curcuma longa* rhizomes”, *Planta Medica*, vol.49, no.3,pp.185–7, 1983.
- Klein, B.E., Klein, R., Moss, S.E., Cruickshanks, K.J. (Parental history of diabetes in a population-based study. *Diabetes Care*. 1996 Aug;19(8):827-30.

- Kumar, H., Kim, I.S., More, S.V., et al (2014). “Natural product-derived pharmacological modulators of Nrf2/ARE pathway for chronic diseases”, *Natural Product Reports*, vol.31,no.1, pp. 109–139.
- Kunnumakkara, A. B., Bordoloi, D., Padmavathi, G., Monisha, J., Roy, N. K., Prasad, S., & Aggarwal, B. B. (2017). Curcumin, the golden nutraceutical: multitargeting for multiple chronic diseases. *British journal of pharmacology*, 174(11), 1325-1348.
- Kuptniratsaikul, V., Dajpratham, P., Taechaarpornkul, W., Buntragulpoontawee, M.; Lukkanapichonchut, P., Chootip, C., Saengsuwan, J., Tantayakom, K., Laongpech, S. (2014). Efficacy and safety of *Curcuma domestica* extracts compared with ibuprofen in patients with knee osteoarthritis: A multicenter study. *Clin. Interv. Aging*, 9, 451–458.
- Lao, C.D., Ruffin, M.T., Normolle, D. et al. (2006).“Dose escalation of a curcuminoid formulation”, *BioMed Central Complementary and Alternative Medicine*, vol.6, no.10.
- Lee, Y.K., Yuk, D.Y., Lee, J.W., Lee, S.Y., Ha, T.Y., Oh, K.W., et al. (2009). Epigallocatechin-3- gallate prevents lipopolysaccharide-induced elevation of beta-amyloid generation and memory deficiency. *Brain Res.*;1250:164–74.
- Li, C.; Miao, X.; Wang, S.; Adhikari, B.K.; Wang, X.; Sun, J.; Liu, Q.; Tong, Q.; Wang, Y. (2018). Novel Curcumin C66 That Protects Diabetes-Induced Aortic Damage Was Associated with Suppressing JNK2 and Upregulating Nrf2 Expression and Function. *Oxidative Med. Cell. Longev.* 5783239
- Lindsay, C., Kostiuk, M., Conrad, D., O’Connell, D.A., Harris, J., Seikaly, H., et al. (2019). Antitumour effects of metformin and curcumin in human papillomavirus positive and negative head and neck cancer cells. *Mol Carcinog.*; 58(11):1946–59
- Loghmani, E. (2005). Diabetes Mellitus: Type 1 and Type 2. In: “Guidelines for Adolescent Nutrition Services”, J. Stang, M.Story, (Eds), pp. 167-182.
- Mahesh, T., Sri-Balasubashini, M.M., Menon, V.P. (2004). Photo-irradiated curcumin supplementation in streptozotocin-induced diabetic rats: effect on lipid peroxidation. *Therapie*; 59(6): 639-44.
- Maradana, M.R.; Thomas, R.; O’Sullivan, B.J. Targeted delivery of curcumin for treating type 2 diabetes. *Mol. Nutr. Food Res.* 2013, 57, 1550–1556.
- Mazzolani, F. and Togni, S. (2013). Oral administration of a curcumin-phospholipid delivery system for the treatment of central serous chorioretinopathy: A 12-month follow-up study. *Clin. Ophthalmol.*, 7, 939–945.
- Meng, B.1.; Li, J.; Cao, H. Antioxidant and antiinflammatory activities of curcumin on diabetes mellitus and its complications. *Curr. Pharm. Des.* 2013, 19, 2101–2013.
- Moore, J., Yousef, M., Tsiani, E. (2016). Anticancer Effects of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Extract and Rosemary Extract Polyphenols. *Nutrients*, 8, 731.
- Mukherjee, P.K. and Wahile, A. (2006). “Integrated approaches towards drug development from Ayurveda and other Indian system of medicines”, *Journal of Ethnopharmacology*, vol.103, pp. 25–35, 2006
- Newman, G.M. Cragg, A. and Snader, K.M (2003). “ Natural products as sources of new drugs over the period 1981–2002”, *Journal of Natural Products*,vol.66, pp.1022–37.
- Panahi, Y., Hosseini, M.S., Khalili, N.,Naimi, E., Simental-Mendia, L.E., Majeed, M., Sahebkar, A. (2016). Effects of curcumin on serum cytokine concentrations in subjects with metabolic syndrome: A post-hoc analysis of a randomized controlled trial. *Biomed. Pharmacother.* 82, 578–582.
- Pandya, U., Saini, M. K., Jin, G. F., Awasthi, S., Godley, B. F., & Awasthi, Y. C. (2000). Dietary curcumin prevents ocular toxicity of naphthalene in rats. *Toxicology letters*, 115(3), 195-204.

- Pari, L., and Murugan, P. (2007). Antihyperlipidemic effect of curcumin and tetrahydrocurcumin in experimental type 2 diabetic rats *Ren. Fail.*, 29, pp. 881-889, 10.1080/08860220701540326
- Prentki, M. and Madiraju, S. R. M. (2008). "Glycerolipid metabolism and signaling in health and disease," *Endocrine Reviews*, vol. 29, no. 6, pp. 647-676.
- Priyadarsini, K. I. (2014). The chemistry of curcumin: from extraction to therapeutic agent. *Molecules*, 19(12), 20091-20112.
- Qureshi, S., Shah A.H. and Ageel, A.M. (1992). "Toxicity studies on *Alpinia galanga* and *Curcuma longa*", *Planta Medica*, vol.58, no.2, pp. 124-7.
- Rajaei E, Jalali M.T., Shahrabi S., Asnafi, A.A., Pezeshki, S.M.S. (2019). HLA's in Autoimmune Diseases: Dependable Diagnostic Biomarkers? *Curr Rheumatol Rev.* ;15(4):269-276.
- Ramana, K.V., Srivastava, S.K. (2010). Aldose reductase, a novel therapeutic target for inflammatory pathologies. *Int. J. Biochem. Cell Biol.*, 42, 17-20.
- Roglic, G. (2016). World Health Organization, editors. *Global Report on Diabetes*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Scalbert A, Manach C, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. (2005). Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr.*;45(4):287-306.
- Serino, A., Salazar, G. (2018). Protective Role of Polyphenols against Vascular Inflammation, Aging and Cardiovascular Disease. *Nutrients*, 11, 53.
- Sharma S, Kulkarni SK, Chopra K. Curcumin, the active principle of turmeric (*Curcuma longa*), ameliorates diabetic nephropathy in rats. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2006 b; 33(10): 940-5.
- Sharma, R.A., Steward, W.P., Gescher, A.J. (2007). Pharmacokinetics and pharmacodynamics of curcumin. *Adv Exp Med Biol*; 595: 453-70.
- Shoba, G.; Joy, D.; Joseph, T.; Majeed, M.; Rajendran, R.; Srinivas, P.S. Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta Med.* 1998, 64, 353-356.
- Sidhu, G. S., Mani, H., Gaddipati, J. P., Singh, A. K., Seth, P., Banaudha, K. K., ... & Maheshwari, R. K. (1999). Curcumin enhances wound healing in streptozotocin induced diabetic rats and genetically diabetic mice. *Wound repair and regeneration*, 7(5), 362-374.
- Stefan, N., Häring, H.-U., Schulze, M.B. (2018). Metabolically healthy obesity: The low-hanging fruit in obesity treatment? *Lancet Diabetes Endocrinol.* 6, 249-258.
- The expert committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes mellitus: Reports of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus, *Diabetes Care*, Vol.20, pp. 1183-1197, 1997; and *Diabetes Care*; vol.26, pp. 3160-3167, 2003.
- Trujillo, J. and Bobadilla, N. (2010). New experimental insights in diabetic nephropathy. In: Hiriart-Urdanivia M, Mas-Oliva J, editors. *Adv. Obes.-Diabetes Res. UNAM, El Manual Moderno*. Mexico City: UNAM, Programa Universitario de Investigación en salud; p. 105 ; e20.
- Victor, P., Sarada, D., and Ramkumar, K.M. (2020). "Pharmacological activation of Nrf2 promotes wound healing", *European Journal of Pharmacology*, vol.886, 173395, 2020.
- Vieira, A.R., Abar, L., Vingeliene, S., Chan, D.S.M., Aune, D., Navarro-Rosenblatt, D., Stevens, C., Greenwood, D., Norat, T. (2016). Fruits, vegetables and lung cancer risk: A systematic review and meta-analysis. *Ann. Oncol.*, 27, 81-96.
- Weng, W., and Goel, A. (2020). Curcumin and colorectal cancer: an update and current perspective on this

natural medicine. *Semin Cancer Biol.*;S1044– 579X(20):30044–54.

World Health Organization, Action Now,. (2017). [www.who.int/diabetes/action now/en/DANbooklet.pdf](http://www.who.int/diabetes/action%20now/en/DANbooklet.pdf).

Wu E.T., Nien FJ, Kuo CH, Chen SC, Chen KY, Chuang LM, Li HY, Lee CN. (2016). Diagnosis of more gestational diabetes lead to better pregnancy outcomes: comparing the international association of the diabetes and pregnancy study group criteria, and the carpenter and coustan criteria. *J. Diabetes Investig.* 7:121e6. <https://doi.org/10.1111/jdi.12378>

Xiang, L.; Zhang, Q.; Chi, C.; Wu, G.; Lin, Z.; Li, J.; Gu, Q.; Chen, G. (2020). Curcumin analog A13 alleviates oxidative stress by activating Nrf2/ARE pathway and ameliorates fibrosis in the myocardium of high-fat-diet and streptozotocin-induced diabetic rats. *Diabetol. Metab. Syndr.*, 12, 1–8.

Yousef, M., Vlachogiannis, I.A., Tsiani, E. (2017). Effects of Resveratrol against Lung Cancer: In Vitro and In Vivo Studies. *Nutrients*, 9, 1231.

Zheng, J., Cheng, J., Zheng, S., Feng, Q., & Xiao, X. (2018). Curcumin, A Polyphenolic Curcuminoid With Its Protective Effects and Molecular Mechanisms in Diabetes and Diabetic Cardiomyopathy. *Frontiers in Pharmacology*, 9. doi:10.3389/fphar.2018.00472

Zheng, Y., Leyand S.H., Hu, F.B. (2017). “Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications”, *Nature Review Endocrinology*, vol.14, pp. 88–98. *Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine*|April-June|2021 115

EĞRİ DİŞ KONFIGÜRASYONUNA SAHİP DİŞLİLERİN STATİK EĞİLME DAYANIM TESTİ İÇİN YENİ ÜNİVERSAL TEST FİKSTÜRÜ TASARIMI

NEW UNIVERSAL TEST TOOL DESIGN FOR STATIC BENDING STRENGTH TEST OF GEARS WITH CURVE TEETH CONFIGURATION

 **Mehmet Sinan ÇETİN**

İnönü University, Department of Mechanical Engineering Malatya, TURKEY

 **Mahir UZUN**

İnönü University, Department of Mechanical Engineering Malatya, TURKEY

ÖZET

Bu çalışmada, standart dişlilerin tahribatlı mekanik karakterizasyon test yöntemleri ile test edilemeyen eğri diş konfigürasyonuna sahip dişlilerin farklı kavrama açısı değerlerine karşılık gelen, yük altındaki statik eğilme dayanımını, malzeme çeşidine göre nihai mukavemetini belirlemek amacıyla kullanılmak üzere yeni bir mekanik universal test fikstürü geliştirilmiştir. Geliştirme aşamasında, iş güvenliği, çalışan ergonomisi, yüksek hassasiyet, testlerin sürdürülebilir ve geçerliliği olmasını sağlayan, daha az laboratuvar alanı gerektiren, dünya standartlarında, uygun maliyetli test sistemleri kriterleri dikkate alınmıştır. Bu amaçla hem servo motorlu hidrolik preslerde hem de çekme testlerinde kullanılacak şekilde test cihazlarına montajı gerçekleştirilerek çalıştırılabilir, bağımsız ünite kombinasyonunda tasarım yapılmıştır. Bu test fikstürü çelik malzemeden hareketli kremayer, polimer malzemeden sabitlenmiş pinyon dişli çiftinden olacak şekilde ve 150 mm çapa kadar eğri formulu dişlileri test edecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca rahat bir ortamda testleri hızlandırmak, kolaylaştırmak ve daha gerçekçi sonuçlara ulaşılmasına imkân sağlamak için, test edilen dişlilerin kırılma hasarına karşılık gelen uygulanan yük değerlerini ölçebilecek yük hücresini (Load cell) üzerinde taşıyacak ve ölçülen değerleri elektronik Data Logger üzerinden sisteme kaydedebilecek şekilde tasarım gerçekleştirilmiştir. Bu tasarım, diş kök yük taşıma kapasitesi üzerindeki yanlış hizalama vb. etkilerin izole edilmesine ve bir dişli üzerinde birkaç testin yapılmasına izin vererek gerekli test dişlisi sayısını azaltılmasına imkân sağlayacak şekilde tasarımı gerçekleştirilmiştir. Dolayısı ile geliştirilmiş olan bu yeni tasarım ile optimizasyon yöntemleri sonucunda mikro ve makro ölçekteki farklı geometrik modifikasyonlarında standart ve eğri diş konfigürasyonuna sahip dişlilerin yük altındaki statik eğilme dayanımları kolaylıkla test edilebilir olmaktadır. Test edilecek dişlilerin temel büyüklükleri referans alınarak tasarımı yapılan bu test fikstürü ve bileşenlerinin modifiye edilmesi ile ihtiyaçlara göre yeniden dizayn edilebilir.

Anahtar Kelimeler Eğri form diş konfigürasyonu, Dişliler, Mekanik Karakterizasyon, Statik Eğilme Dayanımını, Test Fikstürü

ABSTRACT

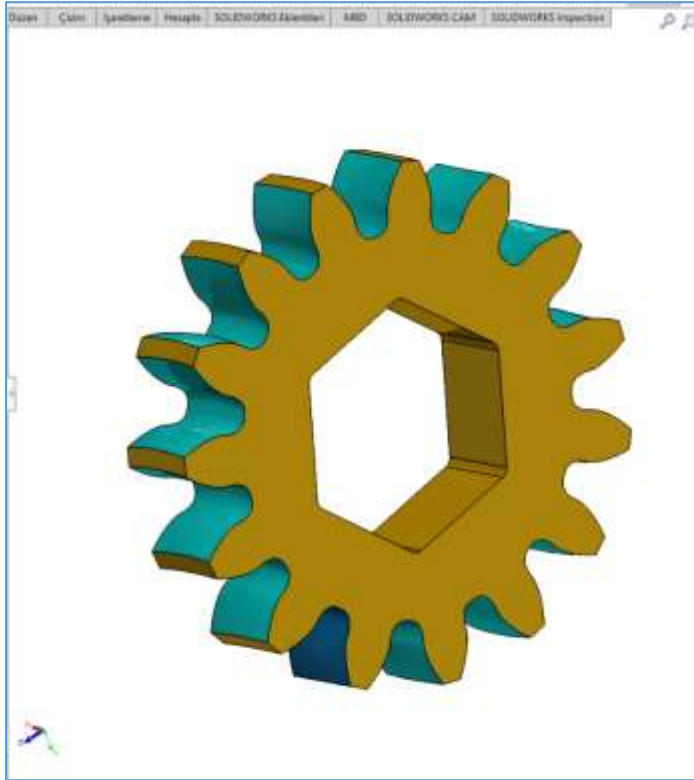
In this study, a new mechanical universal test fixture was developed to be used to determine the static bending strength under load and the ultimate strength according to material type, corresponding to different engagement angle values of gears with curved tooth form, which cannot be tested with the destructive mechanical characterization test methods of standard gears. During the development phase, the criteria of occupational safety, employee ergonomics, high precision, cost-effective testing systems at world standards, ensuring the sustainability and validity of the tests, requiring less laboratory space, were taken into consideration. For this purpose, a design was made in a combination of independent units that can be used

both in hydraulic presses with servo motors and in tensile tests by mounting them on test rigs. This test fixture is designed to test curved gears up to 150 mm in diameter, with a steel gear rack and a polymer fixed pinion gear pair. In addition, in order to accelerate and facilitate the tests in a comfortable environment and to allow more realistic results to be achieved, the design has been designed to carry the load cell that can measure the applied load values corresponding to the fracture damage of the tested gears and to record the measured values to the system via the electronic Data Logger. This design prevents misalignment etc. on the tooth root load bearing capacity. It is performed in a way that allows isolating the effects and allowing several tests to be performed on one gear, reducing the number of test gears required. Therefore, as a result of this newly developed design and optimization methods, the static bending strengths of gears with standard and curved tooth form under load can be easily tested in different geometric modifications at micro and macro scales.

Keywords: Curved form teeth configuration, Gears, Mechanical Characterization, Static Bending Strength, Test Fixture

1. GİRİŞ

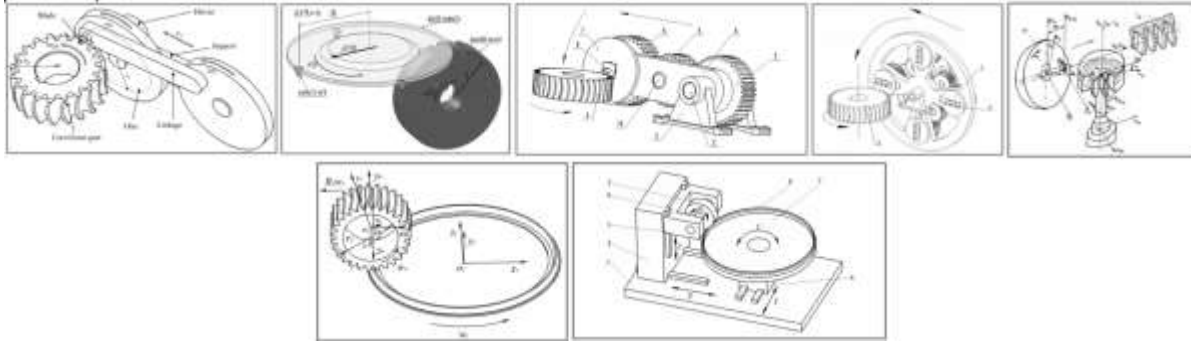
Eğri formlu diş konfigürasyonu (Şekil 1) ilk olarak Semple tarafından 1930 yılında önerilmiş ve 1948 yılında yine Semple tarafından patent tescili gerçekleştirilmiştir(Arafa & Bedewy, 2012).



Şekil 1. Eğri formlu diş konfigürasyonuna sahip dişli(Uzun et al., 2021)

O zamandan beri, birçok makine mühendisinin ve mucidinin ilgisini çekmiştir. Bu, bazılarının gerçek işlevsel icatlardan ziyade sadece icatlar olduğu ortaya çıkan, bu konuda yapılan patentlerin zenginliği ile kanıtlanmıştır(Arafa & Bedewy, 2012). Bu zenginliğe ve hala büyümesine rağmen yakın zamana kadar biriken patentlerin geri verilmesi nedeniyle sınırlı araştırma çalışması belgelenmiştir (Arafa & Bedewy, 2012). Yeni bir buluş olarak işlem gördüğü için, hemen hemen her teklif edildiğinde, diş izinin eğriliğini

tanımlamak için birçok isim verilmiştir. Tüm bu referanslara rağmen, (C-dişlileri) eğri form konfigürasyonuna sahip dişliler henüz ticari ürünlere dâhil edilmemiştir. Eğri formlu dişliler (C-dişli), kavisli bir diş izi içeren herhangi bir dişli geometrisi için genel bir ifadedir. Diğer yayınlarda, çeşitli kesme kinematiği ve / veya kesici geometrilerinden kaynaklanan çeşitli alternatif diş geometrileri önerilmiştir(Arafa & Bedewy, 2012). Ek olarak, bu türlerin bazılarının üretimi, problemlidir ve öneri aşamasında kalmışlardır. Son 175 yılda literatürde eğri formlu çeşitli dişliler önerilmiş ve bunların bazıları bu süre boyunca birkaç kez yeniden keşfedilmiştir(Arafa & Bedewy, 2012). Bu çalışmaların bazıları, dişli diş geometrisine ilişkin ayrıntılı bilgiler sunarken, bazıları ağ özelliklerini incelemek için bile araştırma yapılmıştır. Diğerleri ise imalat süreçlerini öngörmüşler ve önerilen kavisli dişlerini üretmek için takım tutucuları ve takım tezgâhları icat etmişlerdir (Şekil 2) (Rares, LUPAS, 2018) (Zheng et al., 2018), (Chen & Gu, 2011), (Q. Zhang et al., 2016), (Wu et al., 2020), (Fuentes-Aznar et al., 2016),(Y Wei, 2020).



Şekil 2. Eğri formlu diş konfigürasyonuna sahip dişlilerin üretimi için literatürde önerilen takım ve takım tutucular(Rares, LUPAS, 2018),(Zheng et al., 2018),(Chen & Gu, 2011),(Q. Zhang et al., 2016),(Wu et al., 2020),(Fuentes-Aznar et al., 2016),(Tseng & Tsay, 2005).

Endüstride konvansiyonel üretim teknikleri ile eğri diş profilinin istenilen şekilde form uygunluğu ve minimum boyutsal hata ile üretilememiştir(ALBERT FORSTER, 1935). Bununla birlikte, C-dişlilerinin tasarlanmasını ve üretilmesini haklı kılacak bir uygulamanın olmaması, fikrin teklifinden hemen sonra âtil vaziyette kalmasına yol açmıştır. Eğri form konfigürasyonuna sahip dişliler, imalat teknolojileri ve sanal mühendislik imkanlarla minimum form sapması ve boyutsal hata ile üretilebilir hale gelmiş ve 5 eksen CNC tezgâhlarında kolaylıkla imalatının gerçekleştirilebileceğini kanıtlanmıştır (Şekil 3) (Uzun et al., 2021),(Uzun & Inan, 2015),(Uzun & Inan, 2014),(Uzun, n.d.),(UZUN et al., 2018),(Mahir UZUN Mehmet Sinan ÇETİN, n.d.),(Uzun, 2014).



Şekil 3. eğri form konfigürasyonunun sahip eğri formulu dişli(Uzun et al., 2021),(Uzun & Inan, 2015).

Geçtiğimiz birkaç yıl içinde, eğri formulu dişliler konusu, son araştırma makalelerinin sayısının artmasıyla açıkça ortaya konulmuştur(Chen & Gu, 2011),(Q. Zhang et al., 2016),(Fuentes-Aznar et al., 2016),(Uzun & Inan, 2014),(UZUN et al., 2018),(Ma et al., 2021),(X. Zhang & Liang, 2021),(Uzun, 2014),(Wei et al., 2020). Standard dişlilerin dişleri, şekil 4’te test makinasındaki diş konumu gösterildiği gibi iki paralel temas çenesi arasında simetrik olarak sıkıştırılarak, dişli dişleri yüzeyi normali doğrultusunda statik olarak yüklenir ve kırılma hasarına karşılık gelen, yük altındaki statik eğilme dayanımı belirlenir(Bozca, 2018),(Meneghetti et al., 2017).



Şekil 4. Standart dişli, yük altındaki statik eğilme dayanım test cihazı(Meneghetti et al., 2017).

Akranlarına nispetle eğri diş formunun sağladığı geometrik avantaj sayesinde eğri diş konfigürasyonuna sahip dişliler; yük taşıma kapasitesi daha yüksek, servis esnasında daha az gürültü ve titreşim üretmeleri sebebiyle giderek daha fazla çalışmada kendine yer bulmaktadır. Gerçekleştirilen açık literatür taramasında, eğri diş konfigürasyonuna sahip dişlilerin farklı kavrama açısı değerlerine karşılık gelen, yük altındaki statik eğilme dayanımını, malzeme çeşidine göre nihai mukavemetini belirlemek amacıyla kullanılan bir test fikstürünün detaylı tasarımına yer veren bilimsel bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatür taramasında dişlilerin mekanik karakterizasyon yöntemlerinin belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen dişli dayanım testlerinin UZUN, M. tarafından gerçekleştirdiği doktora tez çalışmasında, eğri diş konfigürasyonuna sahip evolvent dişlinin yük altındaki statik eğilme dayanımı belirlemek için bir test fikstürü kullanılmış ve fikstürün genel resmi paylaşılmıştır(UZUN MAHİR, 2012). Bu tez çalışmasında test düzeneğine ait detaylı bir teknik resim bilgisine yer verilmemiştir (Şekil 4).



Şekil 5. Test Fikstürü (UZUN MAHİR, 2012).

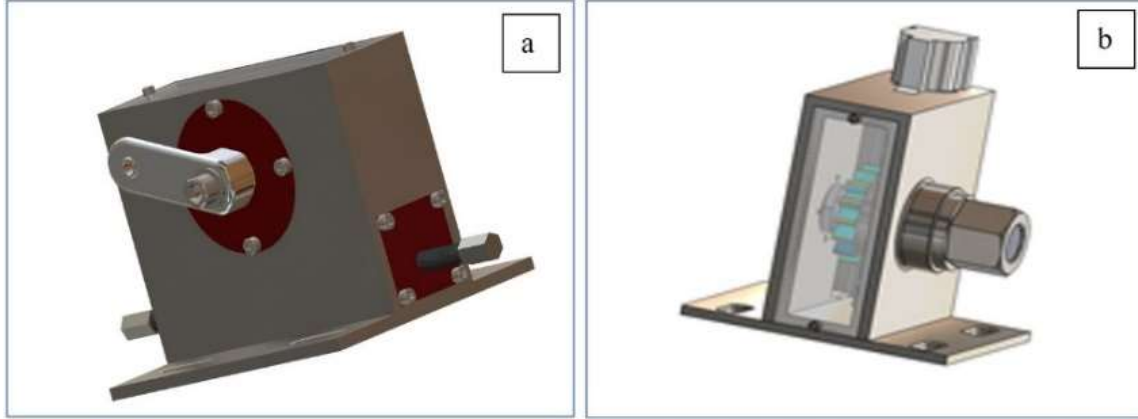
Eğri diş formu geometrisi nedeniyle, standart dişlilerin tahribatlı mekanik karakterizasyon test yöntemleri ile test edilemeyen eğri diş konfigürasyonuna sahip dişlilerin farklı kavrama açısı değerlerine karşılık gelen, yük altındaki statik eğilme dayanımını, malzeme çeşidine göre nihai mukavemetini belirlemek amacıyla kullanılmak üzere yeni bir mekanik universal test fikstürü ihtiyacı olduğu görülmüştür. Bu ihtiyacı gidermek ve açık literatürdeki, test fikstürü için tasarımın detaylı teknik resim bilgisi eksikliğini gidermek amacıyla yeni bir universal test fikstürü tasarımı gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Test fikstürünün tasarımı (SOLIDWORKS) CAD programında gerçekleştirilmiştir. Test fikstürünün tasarım aşamasındaki öncüller ve kısıtlar olarak; iş güvenliği, çalışan ergonomisi, yüksek hassasiyetli sonuçlar üretmesi için rijit bir gövde yapısına sahip olmasına, testlerin sürdürülebilir ve geçerliliğinin artırılması yönelik test sonuçlarının validasyonu ve kontrolünde kullanılacak farklı ölçüm yöntemlerine müsaade edecek esnekliğe sahip, optimum test sonuçlarının elde edilmesine müsaade edecek farklı eksenlerde ekstra hareket ve kuvvet oluşumunu önleyen, doğru hareket iletimi, daha az laboratuvar hacmi gerektiren, minimum komponent sayısına sahip, dünya standartlarında, uygun maliyetli test sistemleri kriterleri dikkate alınmıştır.

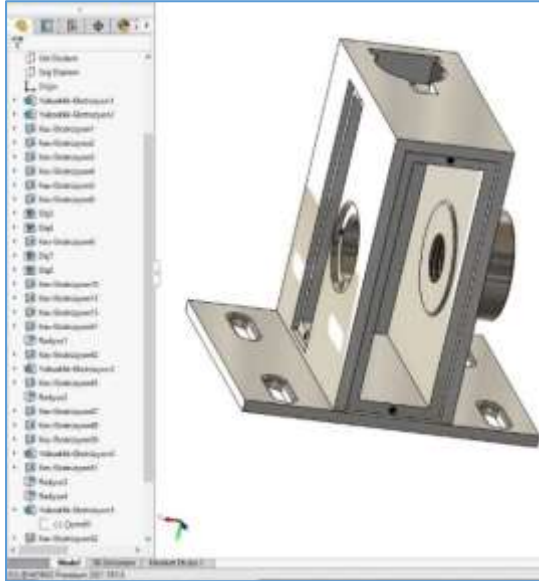
2.1 Tasarım Aşaması

Test fikstürü gövdesinin testler esnasında rijitliğini koruması için ideal kalınlıkta ve gövde üzerindeki farklı tasarım bileşenlerinin gövde mukavemetini etkilememesine dikkat edilmiştir. Eğri formulu dişlilerin testlerinde kullanılmak üzere iki farklı tasarım alternatifi geliştirilmiştir (Şekil 5. a, b).



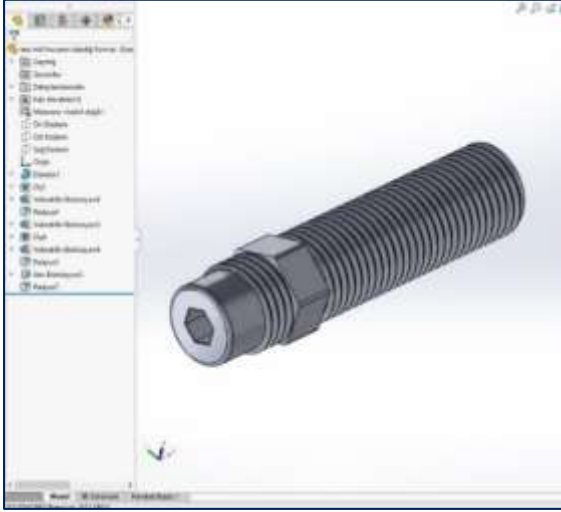
Şekil 6. Tasarımı gerçekleştirilen alternatif test fikstürleri.

Alternatif test fikstürlerinden şekil 6.a'da gösterilen fikstürde kremayer dişli sabitlenmiş ve pinyon dişli hareketli olması durumu düşünülerek tasarım gerçekleştirilmiştir. Ancak daha fazla bileşen ihtiva etmesinden, bu bileşenlerin deformasyonlarının test sonuçlarına etkisi, testlerin geçerlilik, uygulayan açısından ergonomi, iş güvenliği ve uygulanan kuvvetin test fikstürü gövdesi ve sabitlenmesini sağlayan bağlantı cıvataları üzerinde moment oluşturmasının meydana getireceği riskler nedeniyle bu test fikstürü tasarımından vazgeçilmiştir. Tasarlanan ikinci fikstürünün daha az laboratuvar hacmi kaplaması hem çekme test cihazına hem de servo motorlu hidrolik perslere bağlanarak testlerin gerçekleştirilmesi esnekliğine sahip olması sebebiyle, ikinci test düzeneği tasarımı uygun bulunmuştur (Şekil 6. b). Test fikstürü gövdesi maruz kaldığı yüklere dayanacak yapıda ve testler esnasında test edilen çekme cihazı ya da hidrolik pres gövdesine montajını kolaylaştıran yapıda esnek kullanım özelliğine sahip olmasına özen gösterilmiştir (şekil 7).



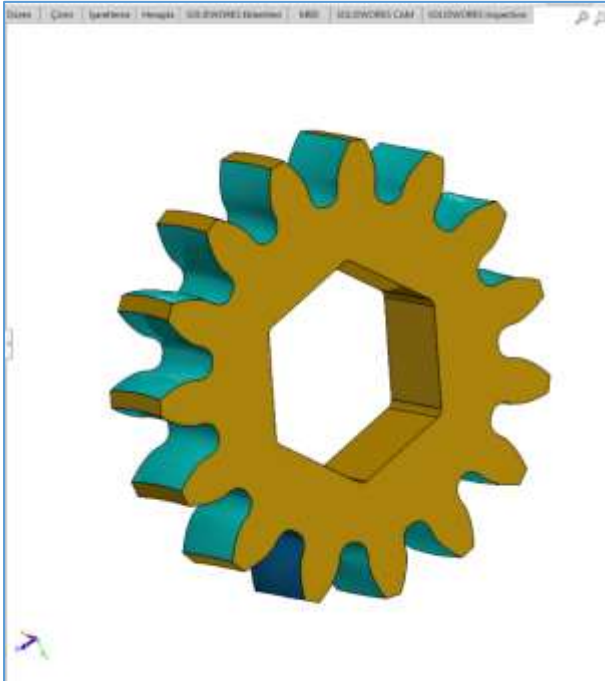
Şekil 7. Test fikstürü gövdesi

Test fikstürü vidalı mil tasarımı sayesinde testler için eğri formlu pinyon dişlinin farklı kavrama açılarında konumlandırılmasına müsaade edecek şekilde, esnek konumlandırma özelliğinde tasarlanmıştır (Şekil 8). Vidalı mil tasarımı sayesinde test dişlisinin testler esnasında sabitlenmesi için (kontra somunla) pinyon üzerinde, uygulanacak test yükünden kaynaklanacak momentten dolayı dönmesi engellenerek test dişlisinin sabitlenmesi sağlanmıştır.



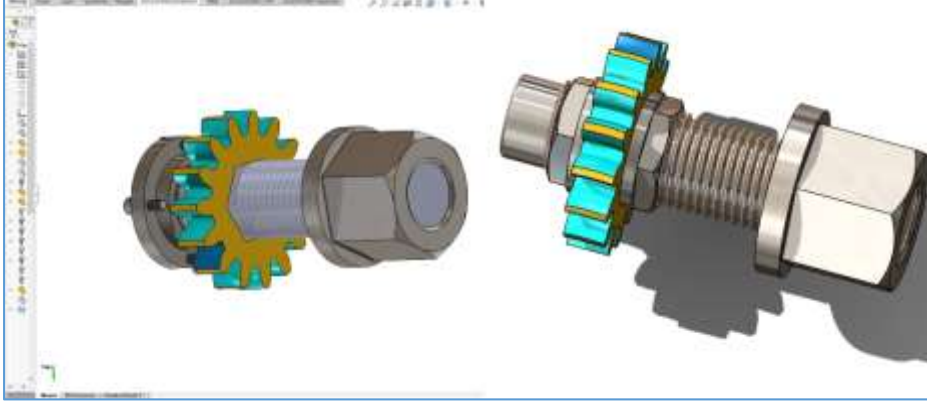
Şekil 8. Test fikstürü vidalı mil dişli stabilitesini arttıran altıgen geometri tasarımı

Dişli göbeği altıgen geometride tasarımı gerçekleştirilerek hareket iletimi sırasında, kamalı birleşmenin oluşturacağı çoklu kama kullanımı ve diğer hasar oluşumu gibi riskler bertaraf edilmiştir (Şekil 9).



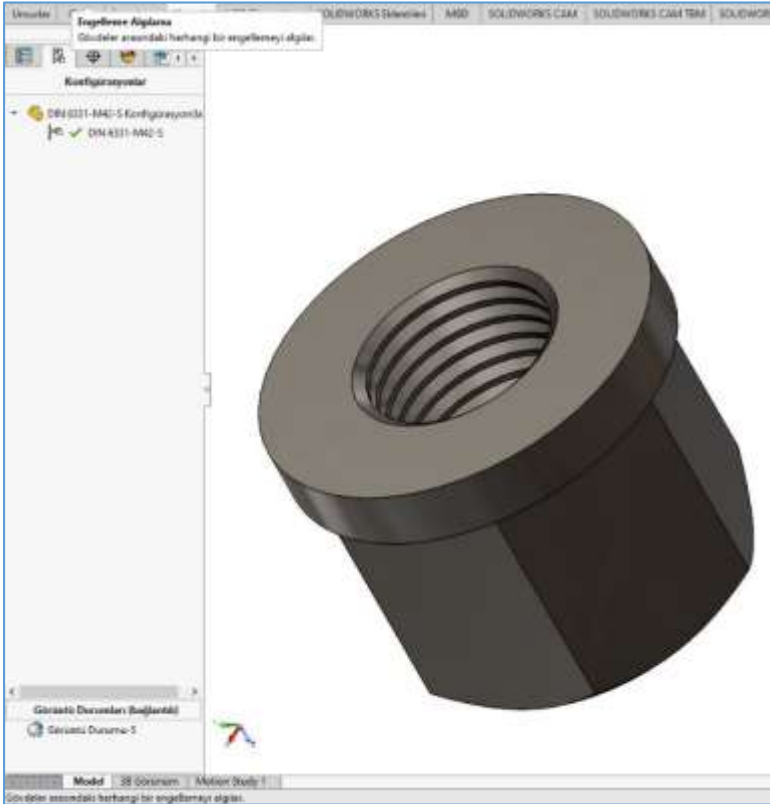
Şekil 9. Eğri form diş konfigürasyonuna sahip dişli altıgen göbek tasarımı(Uzun et al., 2021)

Benzer şekilde mil tasarımında altıgen geometrik form kullanılmış ve dişlinin hizalamasını ve test esnasında yük altında istenmeyen dişli hareketini engellemek için dişliyi sabitlemek için çift kilit somunu kullanılmıştır (Şekil 10)



Şekil 10. Dişli konumlandırma için vidalı mil ve kontra somun montaj görüntüsü.

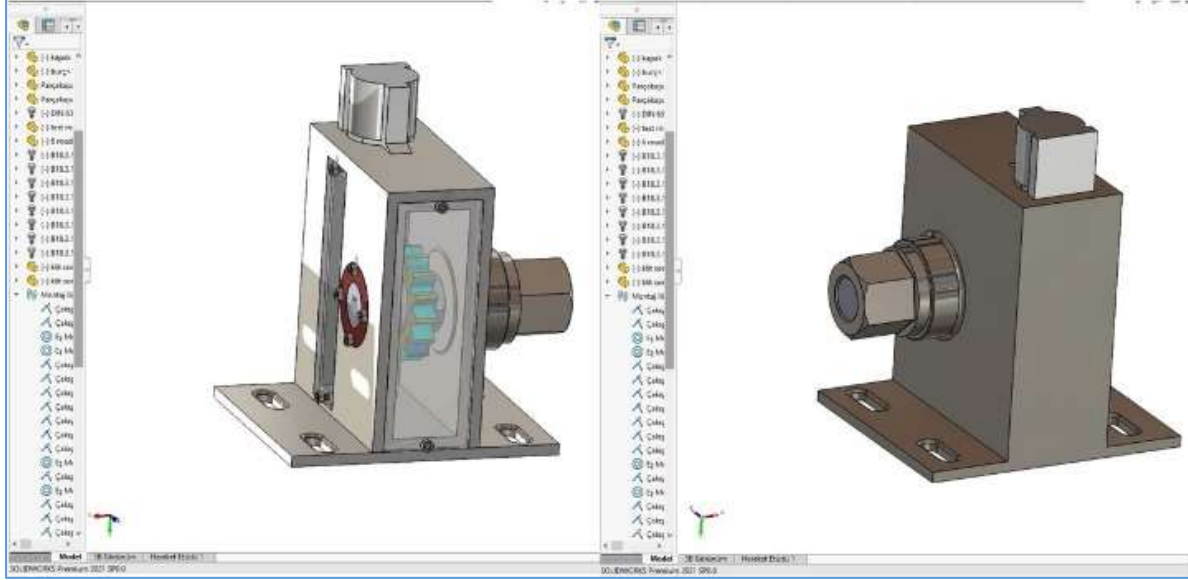
Test dişlisinin farklı kavrama açısı değerine karşılık gelen test fikstürü üzerindeki konumlandırmasının sabitlenmesi için test milinin fikstür gövdesine vida bağlantısı montajı yapılmıştır. Bu bağlantının uygulanacak yük altında çözülmesini önlemek için yaka tip DIN 6331-M4-S standardında kontra yakalı emniyet somunu ile blokajı sağlanmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. DIN 6331-M42-S Standardında yakalı kontra somun

Test fikstürü üzerinde gözlem pencereleri oluşturularak test süreçlerinin gözetim altında tutulması ve farklı kavrama açı değerlerine karşılık gelen, pinyon dişlinin açıl konumlandırılması kolaylaştırılmıştır (Şekil

12). Eğri form konfigürasyonuna sahip dişliler için önemli olan ve maksimum statik eğilme dayanım değerinin elde edilmesi olanağı mümkün olmuştur. Test fikstürü üzerine yerleştirilen gözlem kapakları sayesinde testlerde oluşan kırılma hasarı sonrası olası kırılan dişli parçalarının fırlaması sebebiyle meydana gelebilecek iş kazalarının önlenmesi sağlanmış ve çalışan açısından, iş güvenliği tedbiri alınmıştır.



Şekil 12. Test fikstürü CAD modeli

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu test fikstürü gövde duvar kalınlıkları ve malzeme kalitesi, sonlu elmanlar yöntemi ile gerçekleştirilecek nümerik analiz sonuçları rehberliğinde belirlenmesi, testlerin hassasiyeti bakımından çok önemlidir. Bu test fikstürünün testler esnasında yapısal rijitliğini koruması için kritik bölgeleri nümerik analiz sonuçları ile belirlenecektir. Testler esnasında test sonuçlarının etkilenmemesi için test fikstürü bileşenleri, gerekli emniyet şartları sınır değerlerini sağlamasına özen gösterilecektir. Yine benzer şekilde test sonuçları üzerinde önemli etkiler oluşturabilecek pinyon dişlinin sabitlenmesinde kullanılacak test mili malzeme seçimi analiz sonuçlarına göre belirlenmesi gerekmektedir. Bir diğer önemli etkisi olan elamanlardan kontra somun üzerinde oluşacak mekanik zorlanmalara karşı gerekli olan yapısal stabilitesini koruması ve test milinin sabitlenmesini sağlamak için uygun boyut ve malzeme seçimi, nümerik analiz sonuçları referans alınarak belirlenmelidir. Bu test fikstürü ile gerçekleştirilecek testlerde, polimer malzemeden (PEEK) pinyon ve uygun mekanik özelliklere sahip çelik malzemeden kremayer dişli kullanılarak testler esnasında kremayer dişli dişlerindeki mekanik zorlanmalarla oluşacak deformasyonlar önlenerek, test sonuçlarının maksimum hassasiyetle elde edilmesi sağlanmış olacaktır. Bu test fikstürü ile maksimum 150 mm çapa kadar polimer malzemeden pinyon dişliler kullanılarak testler gerçekleştirilebilecektir. Bu test fikstürü ile sadece eğri diş konfigürasyonuna sahip dişliler değil aynı zamanda standart (150 mm çapa kadar) dişlilerin testleri gerçekleştirilebilir. Ayrıca test fikstürü yapısal tasarımı sayesinde, rahat bir ortamda testleri hızlandırmak, kolaylaştırmak ve daha gerçekçi ve geçerli sonuçlara ulaşılmasına imkân sağlamak için, test edilen dişlilerin kırılma hasarına karşılık gelen uygulanan yük değerlerini ölçebilecek ikincil (Load cell) ölçüm aracını üzerinde taşıyacak ve ölçülen değerleri elektronik (Data Logger) veri kaydedici üzerinden okunup, sisteme kaydedebilecek şekilde tasarım gerçekleştirilmiştir. Bu tasarım, diş kök yük taşıma kapasitesi üzerindeki yanlış hizalama, testler esnasında pinyon ya da kremayer dişlinin aksel veya açılmal hareketini vb. etkilerin izole edilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Tasarlanan test fikstürü, test maliyetlerinin ve malzeme israfının önlenmesi için bir dişli üzerinde birkaç testin yapılmasına izin vererek

gerekli test dişlisi sayısını azaltılmasına imkân sağlamaktadır. Test fikstürü hem çekme test cihazlarıyla hem de servo motorlu hidrolik preslerle test gerçekleştirmeye müsaade edecek bağımsız ünite kombinasyonu sadece laboratuvar ortamında değil, test fikstürü load-cell bağlanarak data loger üzerinden verilerin kaydedilip transfer edilmesine imkân sağladığından, farklı ortamlarda da testlerin gerçekleştirilmesine imkan sağlamaktadır. Bu ise test fikstürü için esnek kullanım kolaylığı ve spesifik ortam gerekliliğini ortadan kalkması anlamına gelmektedir. Bu test fikstürünün optimal boyutsal büyüklüklerinin belirlenmesinde; uygulanacak nominal statik yük, karşılaşılabilecek mekanik zorlanmalar için belirlenen standart emniyet katsayıları, test edilecek dişli malzemesi mekanik özellikleri referans alınarak gerçekleştirilecek nümerik analiz sonuçları, testlerin geçerliliği için hayati öneme sahiptir.

4. SONUÇLAR

Geliştirilmiş olan bu yeni test fikstürü tasarımı;

- Optimizasyon yöntemleri sonucunda mikro ve makro ölçekteki farklı geometrik modifikasyonlarda üretilen standart ve eğri diş konfigürasyonuna sahip polimer dişli maddeleri ve prototiplerinin, yük altındaki statik eğilme dayanımları kolaylıkla test edilebilir.
- Bir ön tasarım niteliğinde olan bu test fikstürü CAD modelinin, nihai boyutlandırması simülasyon sonuçları rehberliğinde belirlenecek olsa da eğri form konfigürasyonuna sahip dişliler için eniyilemesi gerçekleştirilmiş test fikstürünün temsil noktasında nihai boyutlandırması hariç, herhangi bir eksiği bulunmamaktadır.
- Test fikstürünün nümerik analiz sonuçları ile ortaya çıkan yapısal ihtiyaçlara göre optimum geometrik büyüklüklerinin belirlenmesi ve test hassasiyetleri için nümerik analiz sonuçları hayati öneme sahiptir. Test fikstürü CAD modeli nümerik analiz rehberliğinde interaktif tasarımı ile daha ideal yapıdaki formu elde edilecektir.
- Fikstür test edilecek dişli temel büyüklüklerine bağlı farklı ihtiyaçlara (daha büyük dişlilere) göre yeniden modifiye edilip ve analizleri gerçekleştirilerek kullanılabilir. Bu çalışma test fikstürün bileşenlerinin detaylarını paylaşarak, araştırmacıların öngörü elde etmelerinde rehberlik edecektir.
- Tasarımı gerçekleştirilen test fikstürünün nümerik analizleri sonrasında belirlenecek optimum boyutsal büyüklüklerle imalatı geliştirilip, faydalı model olarak tescil ettirilme potansiyeli vardır.

5. KAYNAKLAR

- ALBERT FORSTER. (1935). *Improvements in or relating to the cutting of curved gear teeth* (Patent No. GB455853 (A) — 1936-10-29). https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=19361029&DB=&locale=en_EP&CC=GB&NR=455853A&KC=A&ND=4#
- Arafa, H. A., & Bedewy, M. (2012). Manufacturability and viability of different c-gear types: A comparative study. *Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference*, 5, 381–391. <https://doi.org/10.1115/DETC2012-71030>
- Bozca, M. (2018). Sertleştirilmiş Silindirik Düz Dişli Çarkın Statik Eğilme Dayanımının Güvenirlik Analizi. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 388–397. <https://doi.org/10.7240/marufbd.411425>
- Chen, Y. C., & Gu, M. L. (2011). Tooth contact analysis of a curvilinear gear set with modified pinion tooth geometry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 225(4), 975–986. <https://doi.org/10.1243/09544062JMES2441>

- Fuentes-Aznar, A., Ruiz-Orzaez, R., & Gonzalez-Perez, I. (2016). Comparison of spur, helical and curvilinear gear drives by means of stress and tooth contact analyses. *Meccanica* 2016 52:7, 52(7), 1721–1738. <https://doi.org/10.1007/S11012-016-0515-Y>
- Ma, D., Liu, Y., Ye, Z., Wei, Y., Li, D., & Zhang, X. (2021). Meshing Contact Impact Properties of Circular Arc Tooth Trace Cylindrical Gear Based on Rotating Knife Dish Milling Process. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8819818>
- Mahir UZUN Mehmet Sinan ÇETİN. (n.d.). Sikloid, Episkloid, Evolvent Eğri Yüzeyle Parçaların Modellenmesi Ve Frezelenmesinde Optimum İşleme Parametrelerinin Belirlenmesi. In Prof. Dr. Hüseyin ÜNAL (Ed.), *Mühendislik Çalışmaları* (pp. 72–90). İksad Publishing House.
- Meneghetti, G., Dengo, C., & Lo Conte, F. (2017). Bending fatigue design of case-hardened gears based on test specimens: <https://doi.org/10.1177/0954406217712278>, 232(11), 1953–1969. <https://doi.org/10.1177/0954406217712278>
- Rares, LUPAS, B. L. D. (2018). Aspects Of The Internal Gear Honing Process Lupas. *Acta Universitatis Cibiniensis – Technical Series, LXX*. <https://doi.org/DOI:10.2478/aucts-2018-0005>
- Tseng, J. T., & Tsay, C. B. (2005). Mathematical model and surface deviation of cylindrical gears with curvilinear shaped teeth cut by hob cutter. *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME*, 127(5), 982–987. <https://doi.org/10.1115/1.1876437>
- Uzun, M. (n.d.). *Diş Yüzeyleri Konkav-Konveks Evolvent Profilli Silindirik Ve Kremayer Dişlinin Performans Karakterlerinin Araştırılması*. FIRAT ÜNİVERSİTESİ.
- Uzun, M. (2014). The investigation on manufacturing time of a new type concave-convex gear by a CNC milling machine. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 2014 77:5, 77(5), 1275–1280. <https://doi.org/10.1007/S00170-014-6541-9>
- UZUN, M., GÜR, Y., & USCA, Ü. A. (2018). Manufacturing of new type curvilinear tooth profiled involute gears using 3D printing. *Journal of Balıkesir University Institute of Science and Technology*, 20(1), 278–286. <https://doi.org/10.25092/BAUNFBED.398462>
- Uzun, M., & Inan, A. (2014). Manufacturing the new type concave–convex profile involute gears modeled by CAD–CAM in CNC milling machines. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* 2014 37:1, 37(1), 255–261. <https://doi.org/10.1007/S40430-014-0170-Y>
- Uzun, M., & Inan, A. (2015). Manufacturing the new type concave–convex profile involute gears modeled by CAD–CAM in CNC milling machines. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 37(1), 255–261. <https://doi.org/10.1007/S40430-014-0170-Y/EMAIL/CORRESPONDENT/C1/NEW>
- Uzun, M., Temiz, Ş., Sinan Çetin, M., Üniversitesi, İ., Bölümü, M. M., & Türkiye, M. /. (2021). *Investigation of Increasing the Tooth Surface Quality of Curvilinear Involute Gears*. <https://doi.org/10.21203/RS.3.RS-1000629/V1>
- UZUN MAHİR. (2012). Diş Yüzeyleri Konkav-Konveks Evolvent Profilli Silindirik Ve Kremayer Dişlinin Performans Karakterlerinin Araştırılması [Fırat University]. In *Ulusal Tez Merkezi*. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Wei, Y., Guo, R., Liu, Y., Dong, C., Li, D., Wan, A., & Zhao, G. (2020). Analytical Calculation of the Tooth Surface Contact Stress of Cylindrical Gear with Variable Hyperbolic Circular-Arc-Tooth-Trace. *Symmetry* 2020, Vol. 12, Page 1318, 12(8), 1318. <https://doi.org/10.3390/SYM12081318>
- Wu, Y., Hou, L., Ma, D., Wei, Y., & Luo, L. (2020). Milling Machine Error Modelling and Analysis in the Machining of Circular-Arc-Tooth-Trace Cylindrical Gears. *Transactions of FAMENA*, 44(4), 13–

29. <https://doi.org/10.21278/TOF.444009419>

- Y Wei, R. G. Y. L. C. D. D. L. A. W. G. Z. (2020). Analytical calculation of the tooth surface contact stress of cylindrical gear with variable hyperbolic circular-arc-tooth-trace. *Symmetry*, 12(8), 5. <https://doi.org/10.3390/sym12081318>
- Zhang, Q., Hou, L., Tang, R., & Wen, G. (2016). Method of processing and an analysis of meshing and contact of circular arc tooth trace cylindrical gears. *Transactions of Famena*, 40(4), 11–24. <https://doi.org/10.21278/TOF.40402>
- Zhang, X., & Liang, Z. (2021). Mathematical model and contact characteristics of curvilinear cylindrical gears with line contact. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* 2021 43:4, 43(4), 1–18. <https://doi.org/10.1007/S40430-021-02894-W>
- Zheng, F., Xinghui, H., Hua, L., Zhang, M., & zhang, W. (2018). Design and manufacture of new type of non-circular cylindrical gear generated by face-milling method. *Mechanism and Machine Theory*, 122, 326–346.

A STUDY ABOUT OPTICAL CONSTANTS OF ZnS:Mn THIN FILMS GROWTH BY CHEMICAL BATH DEPOSITION

Ozge ERKEN

Adıyaman University, Physics Department, Adıyaman, Turkey.

ORCID NO: 0000-0002-6493-3059

Mustafa GUNES

Adana Alparslan Turkes Science and Technology University, Materials Science and Engineering Department, Adana, Turkey.

ORCID NO: 0000-0003-3074-9701

Cebrail GUMUS

Cukurova University, Physics Department, Adana, Turkey.

ORCID NO: 0000-0003-1629-2338

ABSTRACT

In the present study, the Mn substitution in ZnS thin films were prepared different deposition times (4, 6, 8 hours) by Chemical Bath Deposition (CBD) method and the manganese (Mn) concentrations were taken as 0.07 and 0.08, while the deposition temperature fixed at 80 °C. The effect of both film deposition times and Mn substitution on the optical constants of ZnS:Mn thin films were studied. The thicknesses values of the films were calculated between 30 and 415 nm with using gravimetric analysis. In order that calculation of basic optical constants of the films the optical transmittance ($T\%$) and optical absorbance (A) spectra were measured by a UV–Vis spectrometer. The $T\%$ values of ZnS:Mn thin films were varied between 50% and 95% in the electromagnetic spectrum ranging between 400 and 700 nm. The energy band gap values of the films were estimated 2.90–3.74 eV. The refractive index values of ZnS:Mn thin films were computed in the range of 1.25–2.59 in the visible region. It was found that optical constants studied in this study is depend on the Mn concentration and film deposition times. It can be stated that ZnS:Mn thin films are considered as potential candidate among thin films that can be used as a buffer layer in solar cells.

Keywords: CBD, ZnS:Mn Thin Films, Optical Constants.

INTRODUCTION

Researches on the II-VI Semiconductor Chalcogenide Materials (SCM) are increased quickly owing to their comprehensive variety of physical, chemical and mechanical properties. Among SCM, zinc sulphide-based thin films considerable attention due to its the potential applications such as light-emitting diodes (LED) [1], solar cells [2], opto-electronics device technology [3]. These applications are based on its specific optical properties, such as wide energy band gap, high optical transmission and refractive index values in the visible region. Diverse transition metals like Cobalt (Co), Chromium (Cr), Copper (Cu), Manganese (Mn) can be used as substitution with Zn^{2+} in ZnS thin films, in order to change its structural, optical and electrical properties. Among them, the Mn is one of convenient candidates as a substitute element for Zn zone in ZnS structure, to get better physical properties, such as optical and electrical properties, owing to it's structural suitability and wide band gap.

Additionally all these, it is also well known that the optical properties of thin films depend on the production methods. The variety of production methods for ZnS-based thin films is appeared in the literature such as

Chemical Bath Deposition (CBD) [4], Sol-Gel (SG) dip coating [5], Radio Frequency (RF) sputtering [6], Electrochemical Deposition (ED) [7], Thermal Evaporation (TE) [8] methods. Among those methods, CBD is attracted by researchers' interest, because of it is an easy and a cost-effective method for production thin films.

In this study is ZnS:Mn thin films were obtained different deposition times (4, 6, 8 hours) by CBD method and the manganese (Mn) concentrations were taken as 0.07 and 0.08, while the deposition temperature fixed at 80 °C. The effect of both film deposition times and Mn concentration on the basic optical constants of ZnS:Mn thin films were investigated.

EXPERIMENTAL DETAILS

ZnS:Mn thin films were prepared by CBD method. Firstly, glass substrates were cleaned for deposition. Cleaning processes were detailed in Ref [2, 4]. Secondly, deposition baths were prepared in the beakers and for these zinc sulfate heptahydrate ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), manganese (II) chloride dihydrate ($MnCl_2 \cdot 2H_2O$), NH_3/NH_4Cl buffer solution (pH=10.7), triethanolamine ($N(CH_2CH_2OH)_3$), trisodium citrate dihydrate ($C_6H_5Na_3O_2 \cdot 2H_2O$) and ultra-pure water were used. In this stage, the manganese (Mn) concentrations were taken as 0.07 and 0.08. Finally, the cleaned glass substrates were immersed perpendicularly in the beaker containing the deposition baths. Thus, ZnS:Mn thin films were growth by CBD process. During the deposition process, the deposition time determined as 4, 6 and 8 hours for one dipping, while the deposition temperature fixed at 80 °C.

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, for investigation of optical constants the films, T % and A measurements were performed by UV-Vis spectrophotometer. Additionally, fundamental optical constants of films were calculated with the following equations below [9].

$$t_f = \frac{\Delta m}{A\rho} \quad (1)$$

$$R = 1 - \left[\left(\frac{T}{T_0} \right) e^{\alpha t} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$\alpha = -\frac{1}{t_f} \ln \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad (3)$$

$$k = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \quad (4)$$

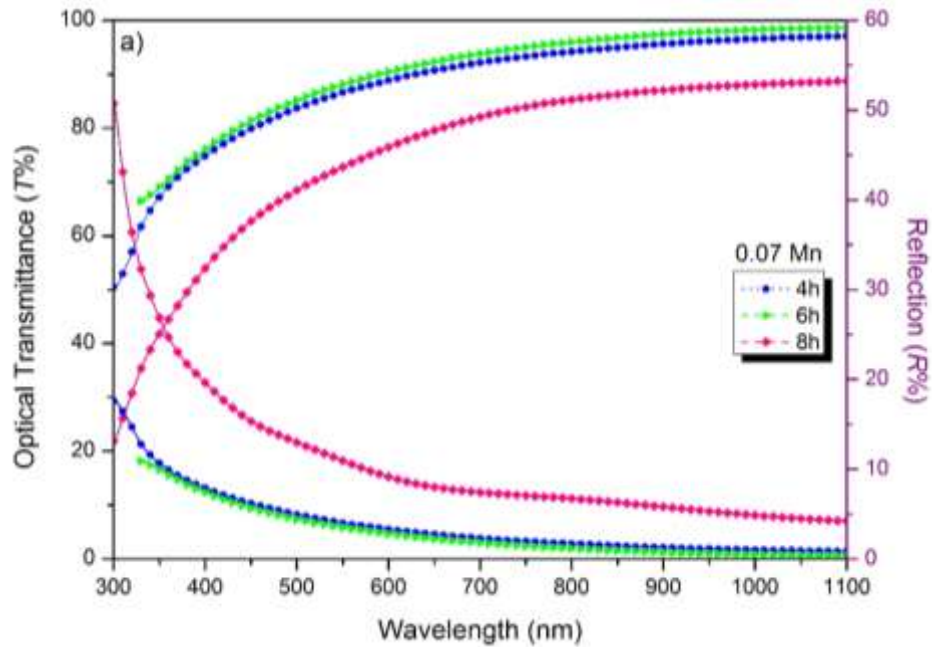
$$n = \frac{1 + R}{1 - R} + \sqrt{\frac{4R}{(1 - R)^2} - k^2} \quad (5)$$

The thickness values of ZnS:Mn thin films calculated by Eqn.1 are given in Table 1.

Table 1. Film thicknesses (t_f) values of ZnS:Mn thin films as nanometer.

| Mn Concentration | 4h | 6h | 8h |
|------------------|----|-----|-----|
| 0.07 | 30 | 73 | 290 |
| 0.08 | 49 | 190 | 415 |

The variation of the $T\%$ and $R\%$ values, of dependent on wavelength for the ZnS:Mn thin films for are presented in Fig. 1 (a–b). Also, $T\%$ values were measured by UV/Vis spectrophotometer and $R\%$ values were calculated by Eqn.2.



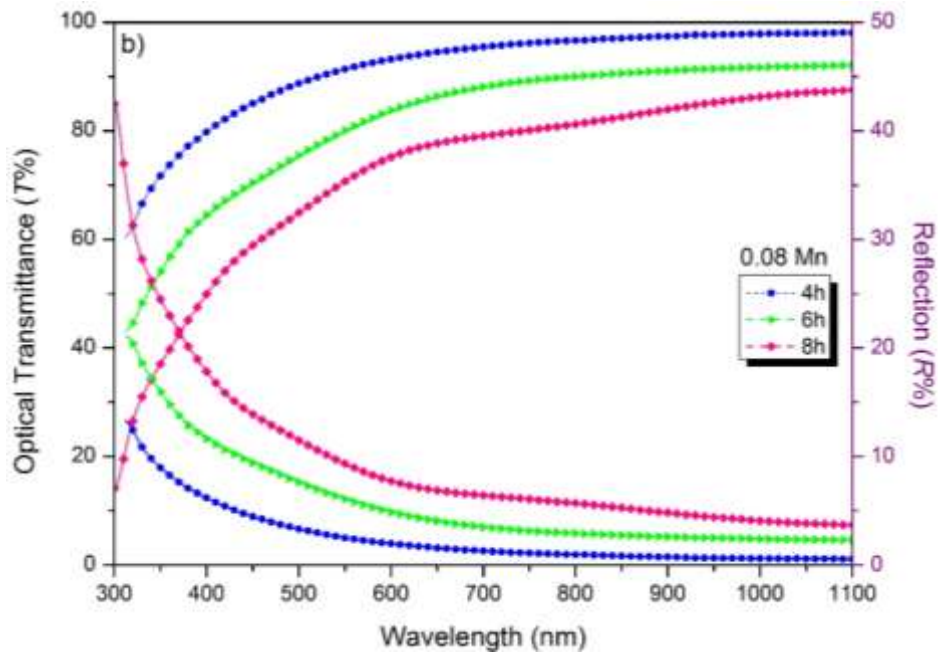
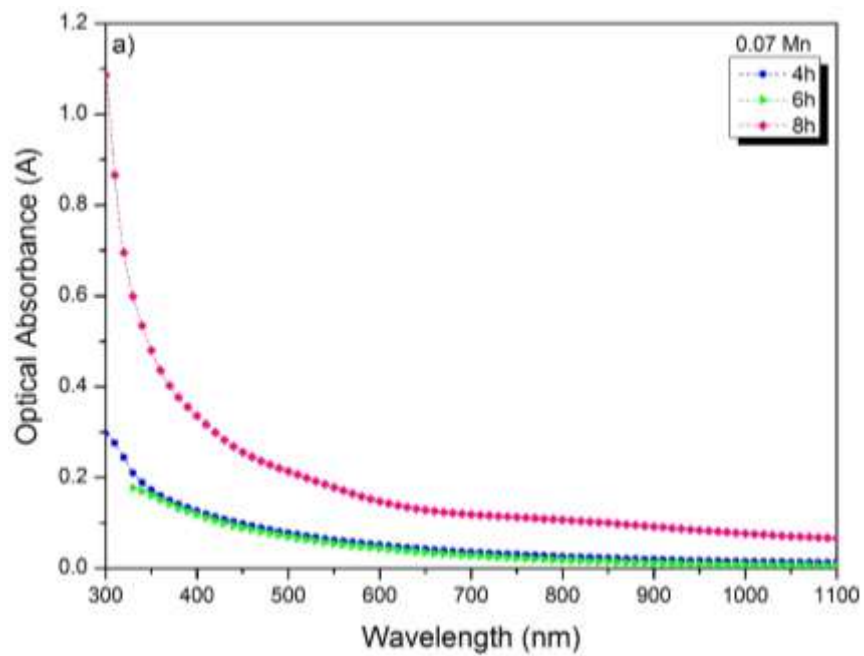


Fig. 1. The change of $T\%$ and $R\%$ values for ZnS:Mn thin films.

It can be easily seen from Fig. 1 (a-b), in which $T\%$ values of ZnS:Mn thin films were varied between 50% and 95% in the electromagnetic spectrum ranging between 400 and 700 nm. Also, it is can be said that the $T\%$ values increased for ZnS:Mn thin films with increasing film thickness.

The change of the A values of dependent on wavelength for the ZnS:Mn thin films for are presented in Fig. 2 (a-b). These values were measured by UV/Vis spectrophotometer.



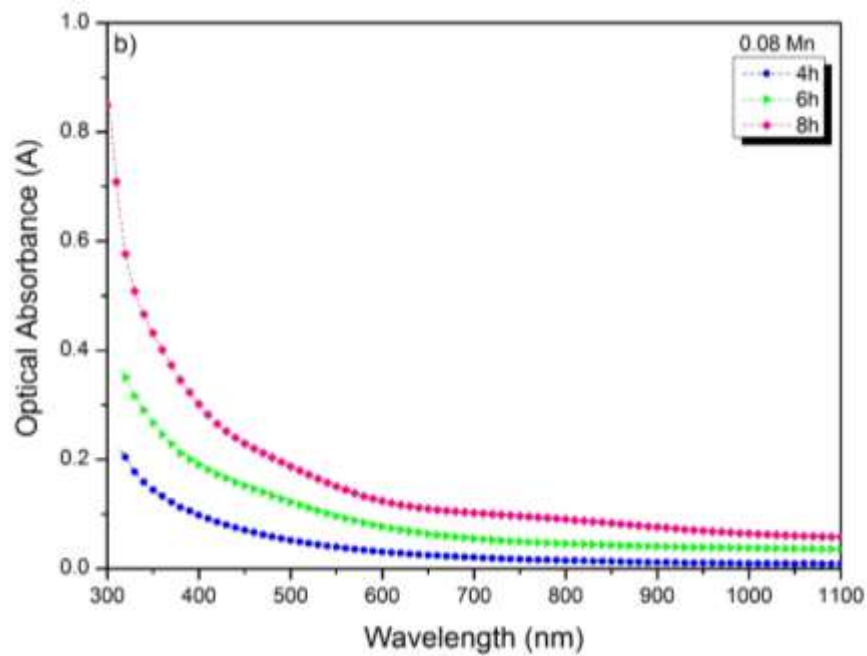
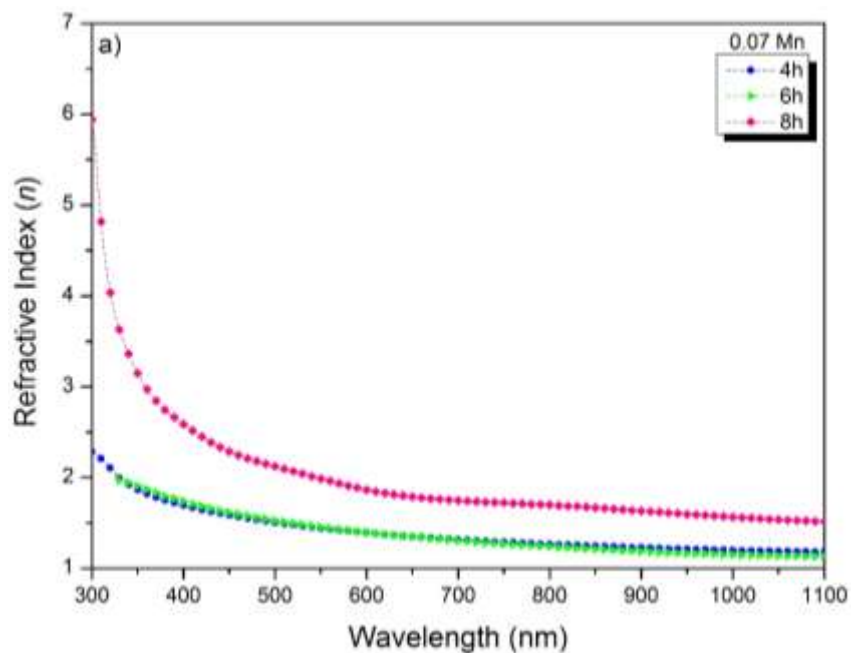


Fig. 2. The change of A values for ZnS:Mn thin films.

It can be easily observed from Fig. 2 (a-b) that A values of ZnS:Mn thin films decline with increasing wavelength. This is expected situation. Also, the reflection and optical transmittance graphs support this situation. The n values changes by the wavelength of ZnS:Mn thin films are given in Fig. 3 (a-b). Additionally, maximum and minimum n values of ZnS:Mn thin films for 400-700 nm (in the visible region) are given in Table 2. The obtain finding regarding n values dependent on wavelength are in accordance with literature [10].



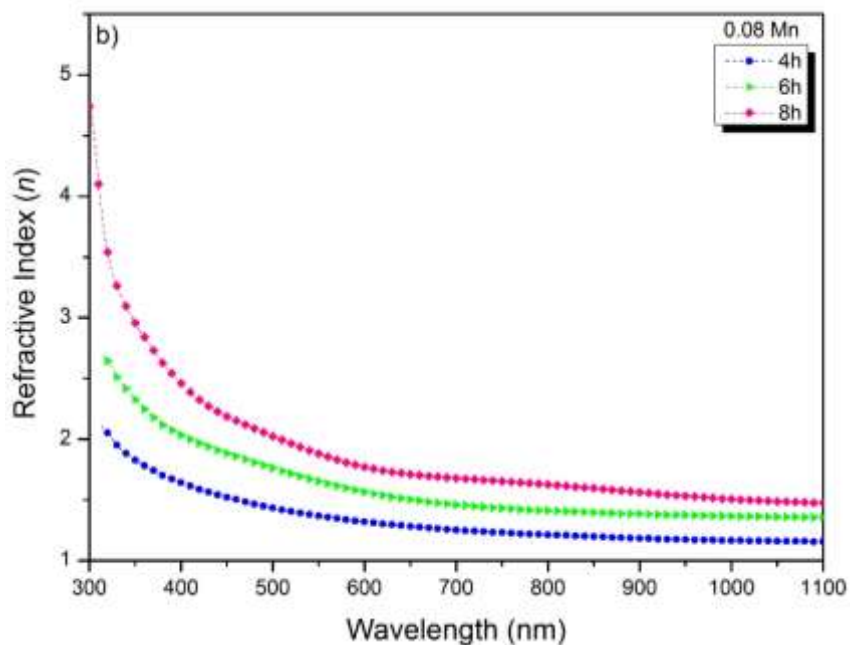


Fig. 3. The change of n values for ZnS:Mn thin films.

Table 2. Maximum and minimum n values of $Zn_{1-x}SMn_x$ thin films for 400–700 nm.

| Deposition Times | ZnS:Mn | |
|------------------|-------------|-------------|
| | 0.07 Mn | 0.08 Mn |
| 4h | 1.69 - 1.31 | 1.64 - 1.25 |
| 6h | 1.74 - 1.32 | 2.03 - 1.46 |
| 8h | 2.59 - 1.75 | 2.46 - 1.68 |

The optical band gap (E_g) values of ZnS:Mn thin films were identified by Tauc equation given below.

$$(\alpha h\nu) \propto A (h\nu - E_g)^m \quad (6)$$

where $h\nu$ is well-known photon energy and A is a constant. The value of m changes for direct or indirect transitions. Tauc plots for ZnS:Mn thin films are given in Fig. 4. The E_g values of ZnS:Mn thin films are given in Table 3. These values are compatible with the values reported in the literature [11].

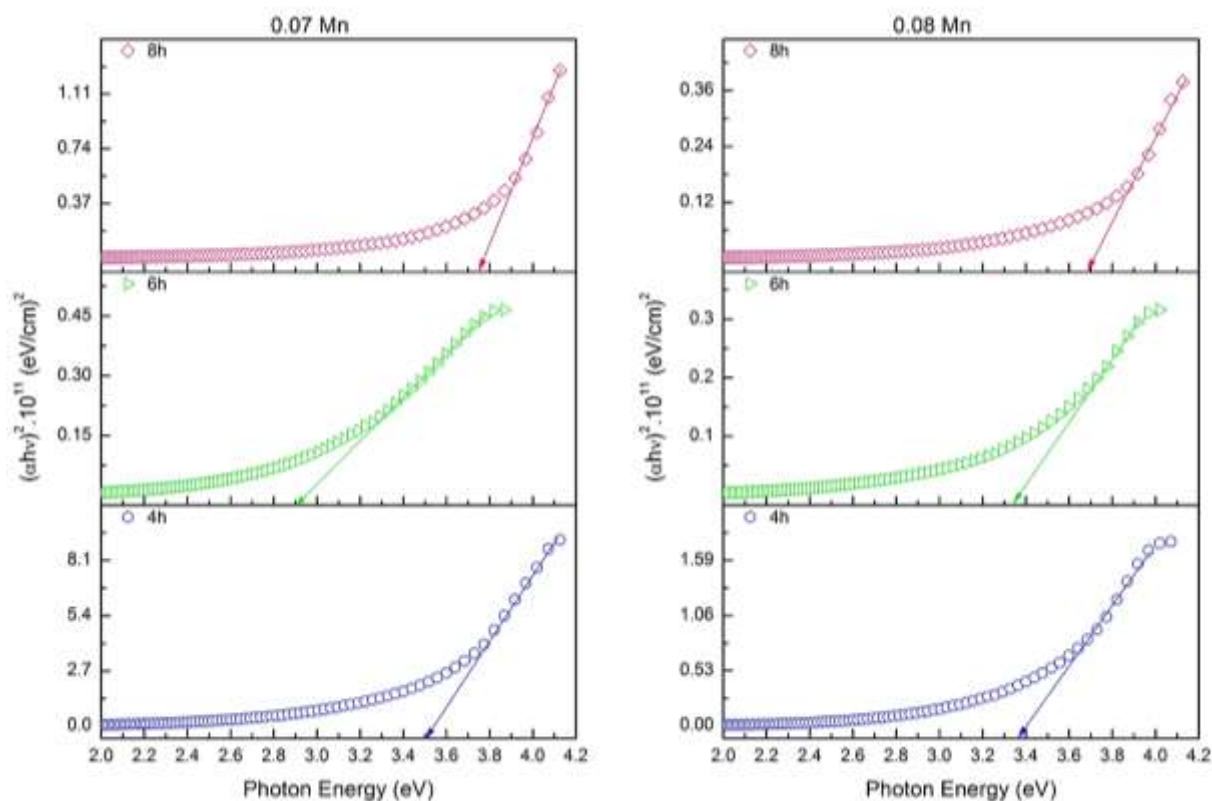


Fig. 4. Tauc plots for ZnS:Mn thin films.

Table 3. The optical band gap values of ZnS:Mn thin films.

| DepositionTimes | Eg values of ZnS:Mn thin films | |
|-----------------|--------------------------------|---------|
| | 0.07 Mn | 0.08 Mn |
| 4h | 3.50 | 3.35 |
| 6h | 2.90 | 3.33 |
| 8h | 3.74 | 3.68 |

CONCLUSIONS

ZnS:Mn thin films were prepared different deposition times (4, 6, 8 hours) by CBD method and Mn concentrations were taken as 0.07 and 0.08, while the deposition temperature fixed at 80 °C. The effect of both film deposition times and Mn concentration on the optical constants of ZnS:Mn thin films were investigated. $T\%$ values were found from 50% to 95%. Also, it is can be said that the $T\%$ values increased for ZnS:Mn thin films with increasing film thickness. n values of films were calculated as 1.25–2.59 in the visible region. The E_g values of the films were estimated in the range 2.90–3.74 eV. According to analyses results, Mn concentration in ZnS thin films importantly effective a parameter on optical constants

investigated in this study. Also, it can be concluded that ZnS:Mn thin films are considered as potential candidate among thin films that can be used as a buffer layer in solar cells.

REFERENCES

- [1] K. Deepa, K.C. Preetha, K. V Murali, A.C. Dhanya, A.J. Ragina, T.L. Remadevi, The effect of various complexing agents on the morphology and optoelectronic properties of chemically deposited ZnS thin films: A comparative study, *Optik* 125 (2014) 5727–5732.
- [2] O. Erken, M. Gunes, D. Ozaslan, C. Gumus, Effect of the deposition time on optical and electrical properties of semiconductor ZnS thin films prepared by Chemical Bath Deposition, *Indian J. Pure Appl. Phys.* 55 (2017) 471–477.
- [3] U.P. Onochie, S.C. Ikpeseni, A.E. Igweoko, H.I. Owamah, C.C. Aluma, C. Augustine, Optical properties of zinc sulphide thin films coated with aqueous organic dye extract for solar and optoelectronic device applications, *J. Electron. Mater.* 50 (2021) 2576–2583.
- [4] O. Erken, M. Gunes, C. Gumus, Synthesis of Mn-doped ZnS thin films by chemical bath deposition: Optical properties in the visible region, *AIP Conf. Proc.* 1833, (2017) 020093.
- [5] M. Sathishkumar, M. Saroja, M. Venkatachalam, Influence of (Cu, Al) doping concentration on the structural, optical and antimicrobial activity of ZnS thin films prepared by Sol-Gel dip coating techniques, *Optik* 182 (2019) 774–785.
- [6] A. Le Donne, D. Cavalcoli, R.A. Mereu, M. Perani, L. Pagani, M. Acciarri, S. Binetti, Study of the physical properties of ZnS thin films deposited by RF sputtering, *Mater. Sci. Semicond. Process.* 71 (2017) 7–11.
- [7] F. Zakerian, H. Kafashan, Investigation the effect of annealing parameters on the physical properties of electrodeposited ZnS thin films, *Superlattices Microstruct.* 124 (2018) 92–106.
- [8] V. Dimitrova, J. Tate, Synthesis and characterization of some ZnS-based thin film phosphors for electroluminescent device applications, *Thin Solid Films.* 365 (2000) 134–138.
- [9] O. Erken, M. Gunes, F. Kirmizigul, C. Gumus, Investigation of properties the copper sulfide thin films prepared from different copper salts, *Optik* 168 (2018) 884–891.
- [10] A. Goudarzi, G.M. Aval, S.S. Park, M.C. Choi, R. Sahraei, M.H. Ullah, A. Avane, C.S. Ha, Low-temperature growth of nanocrystalline Mn-doped ZnS thin films prepared by Chemical Bath Deposition and optical properties, *Chem. Mater.* 21 (2009) 2375–2385.
- [11] C. Gumus, Effects of annealing on optical properties of ZnS and ZnS:Mn thin films, *J. Optoelectron. Adv. Mater.* 12 (2010) 1747–1751.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PANEL RADIATOR CONNECTION TYPE ON THE THERMAL PERFORMANCE

Halil BAYRAM

Amasya University, Engineering Architecture Faculty, Department of Mechanical Engineering,
Amasya.

ORCID NO: 0000-0002-4664-3883

ABSTRACT

Panel radiators are heat exchangers that are widely used to satisfy the building's heating demands. Panel radiators, which are manufactured in different types and sizes according to the required heating demand, also have different connection types such as TBSE (Top Bottom Same End), TBOE (Top Bottom Opposite Ends), and BBOE (Bottom Bottom Opposite End) considering the heating demand. In this study, an experimental investigation of the thermal performance of a Type 22 panel radiator with a length of 1 m and a height of 0.6 m for TBSE and reverse TBSE connection type was carried out. In the experiments, the water inlet temperature and mass flow rate values circulating in the radiator were kept constant as 60°C and 0.0278 kg/s, respectively. In addition, the experiments were performed in a 3-3.5-2.5 m thermally insulated room at a temperature of approximately 15°C. During the experiments that lasted 20 minutes, the surface temperature changes of the panel radiator were investigated at regular intervals with a thermal camera. In addition, the inlet and outlet water temperature values of the panel radiator were also examined throughout the experiment. When the thermal performance of the panel radiator was evaluated according to the results obtained from the experiments, it was observed that the TBSE-connected case showed higher thermal performance than the reverse TBSE-connected case. In addition, when the images obtained by using the thermal camera are examined, it is seen that the standard TBSE-connected case has a more homogeneous temperature distribution compared to the other case.

Keywords: Panel radiator; TBSE; thermal performance

INTRODUCTION

Panel radiators are heat exchangers that are widely used in satisfying the indoor heating demands of places such as buildings and offices [1]. Low maintenance cost, easy installation, simple structure, the long service life of the panel radiators, etc. play a role in the wide use of these radiators [2]. There are a number of studies to obtain more thermal power with less energy from panel radiators in today's world, where the need for energy is gaining importance. In addition to these, studies are carried out in areas such as thermal comfort and indoor air quality [3]. The effects of different parameters such as the type and size of the panel radiator, operating conditions, fin types, fan addition are examined considering these studies [4-9]. Connections of panel radiators are made in accordance with EN-442-2 standards, which are also used in our country. According to this standard, different connection types are available, such as TBSE (Top Bottom Same End), TBOE (Top Bottom Opposite Ends), and BBOE (Bottom Bottom Opposite End) (Fig. 1). Among these connection types, TBSE is the most recommended and most widely used connection type. TBOE connection type is generally recommended for long radiators whose length is 4-5 times higher than their height. BBOE is a connection type that is not recommended unless it is necessary, and there is a heat loss of 10-20% depending on the height of the radiator [10, 11]. In addition, heat transfer from panel radiators is mainly by convection heat transfer mechanism and the remaining heat transfer is realized by radiation heat transfer mechanism [12-14]. In this study, the thermal performance of standard TBSE and reverse TBSE connection types of panel radiators were experimentally investigated.



Figure 1. The connection types of panel radiator

MATERIALS AND METHODS

Standard Type-22 panel-convector-convector-panel (PCCP) 1000 mm length by 600mm high panel radiator were tested in the experiments. In the experiments, the panel radiators were connected in two different ways, and these are TBSE, which is the standard connection type of EN-442-2 and reverse TBSE. (Fig. 2).



Figure 2. The used connection types in the experiments

All experiments were carried out in a 3 m wide x 3.5 m long x 2.5 m high test room with thermally insulated walls at an ambient temperature of approximately 15°C (Fig. 3). In addition, the outside of the pipes is insulated to prevent heat loss from the hot and cold water circulation pipes connected to the panel radiator. In order to control whether steady-state regime conditions occur at the water line inlet and outlet of the panel radiator, temperature sensors were placed, and the obtained temperature values were recorded.

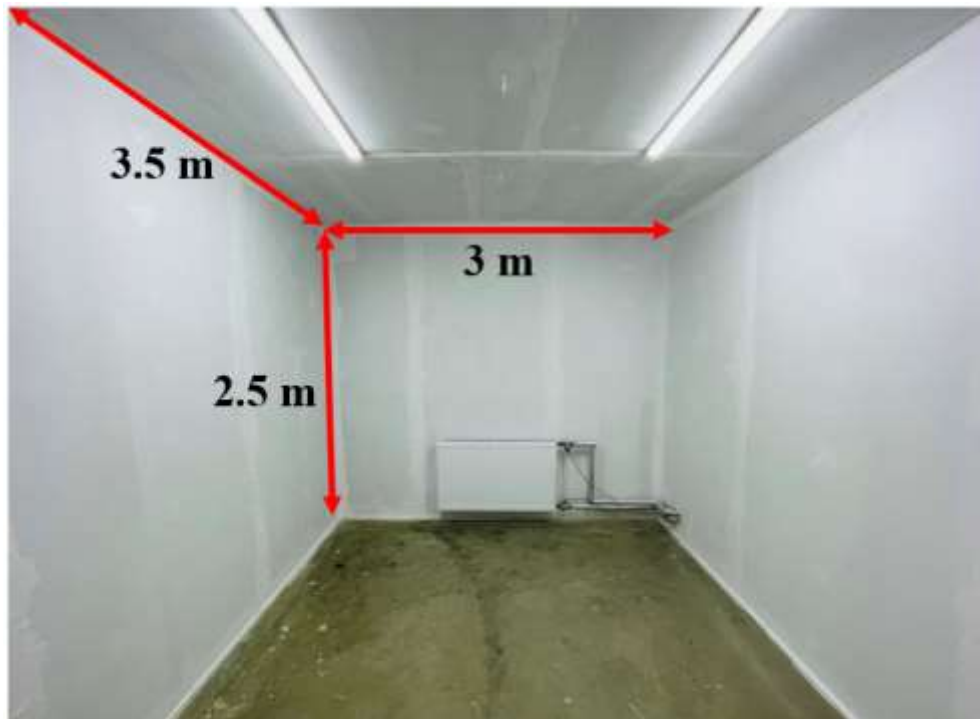


Figure 3. The test room and the panel radiator used in the experimental study

The hot water to the panel radiator is provided at desired flow rates by means of the pump, by means of heating the water in the 90 liter insulated tank with a 6 kW resistance. The water inlet temperature and mass flow rate values circulating in the radiator were kept constant as 60°C and 0.0278 kg/s, respectively.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The panel radiator water outlet temperature values for both cases starting from the 5th minute were given in Fig. 4. It is seen that the standard TBSE-connected case reaches 50°C faster than the other case and remains constant at this value. A temperature increase of about 20°C was seen in about 300 seconds in the standard TBSE-connected condition, while it took about 750 seconds in the reverse TBSE-connected condition. Although a difference of approximately 5°C was observed between the two cases for a short time, it was also observed that this difference decreased as the time passed and took equal values at the end of the experiment.

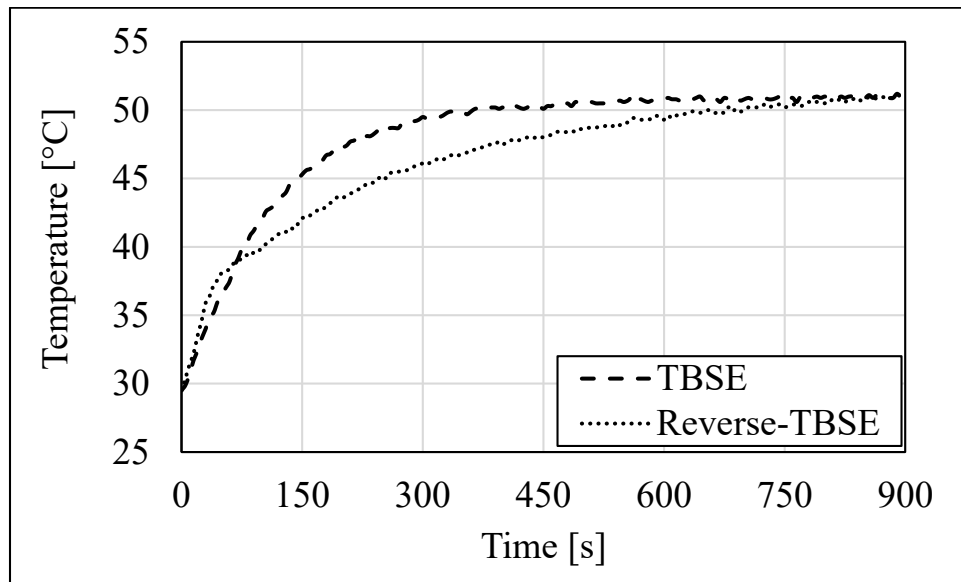


Figure 4. The outlet water values of the panel radiator

In Figure 5, there are surface temperature distributions on the panel radiator surface obtained by using a thermal camera at 5-minute intervals. When the standard TBSE-connected results are examined, high-temperature areas are occurred on the panel radiator surface even in 300 seconds. It can be seen that the middle point of the panel radiator has values around 54°C. As time progressed, it was observed that the high-temperature zone expanded from the upper horizontal area, which was defined as the inlet collector for TBSE-connected, to the lower zone. On the other hand, the temperature of the outlet collector region had an almost equal temperature distribution during the experiments.

When the panel radiator surface temperature distributions are examined, it is seen that the reverse TBSE-connected case has a nonhomogeneous temperature distribution compared to the TBSE-connected case.

The temperature value, which was approximately 36°C at the midpoint of the panel radiator at 300 seconds, increased to 39°C at the end of the experiment. In this type of connection, where the hot water inlet is from the bottom, the inlet collector is called the lower horizontal zone. The low temperature zone in this Inlet collector area became a higher hot zone at 20 minutes. However, it can be seen that there is a low temperature zone in the far corner of the inlet collector zone even at the end of the experiment. Similarly, the small high temperature zone in the outlet collector area increased with time. However, even at the end of the experiment, homogeneous temperature distribution on the whole panel radiator surface could not be obtained.

In the case of reverse TBSE-connected, it is seen that a vertical thin area with high temperature is occurred at the entrance edge of the panel radiator due to the density difference. While the hot water entering the radiator should be made useful by circulating in the radiator and transferring heat to the environment, we see that the high temperature water leaves the radiator quickly because of this area.

When the panel radiator surface temperature distributions are compared, the hot water entering the radiator provides more circulation in the radiator in case of TBSE-connected, and it can create a temperature zone around 58°C maximum on the surface. However, it was observed that this value was around 49°C in the reverse TBSE-connected case.

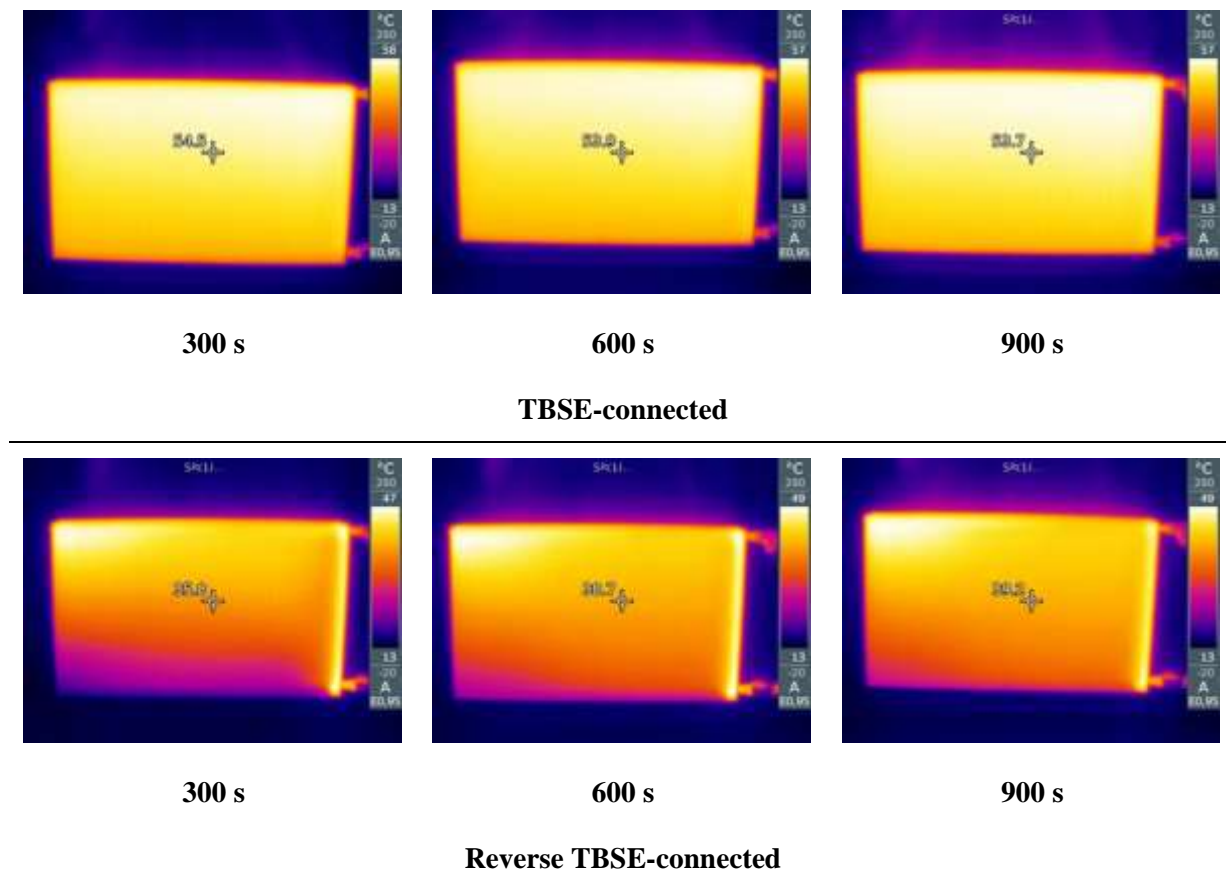


Figure 5. The thermal images on the panel radiator surfaces

CONCLUSIONS

In this study, an experimental investigation of the thermal performance of a Standard Type-22 panel-convector-convector-panel (PCCP) 1000 mm length by 600mm high panel radiator for TBSE and reverse TBSE connection type was carried out. All experiments were carried out in a 3 m wide x 3.5 m long x 2.5 m high test room with thermally insulated walls at an ambient temperature of approximately 15°C and the water inlet temperature and mass flow rate values circulating in the radiator were kept constant as 60°C and 0.0278 kg/s, respectively. According to the experimental results, the standard TBSE-connected case reaches 50°C faster than the reverse TBSE-connected case. A temperature increase of about 20°C was seen in about 300 seconds in the standard TBSE condition, while it took about 750 seconds in the reverse TBSE condition. In the case of reverse TBSE-connected, a vertical thin area with high temperature is occurred at the entrance edge of the panel radiator due to the density difference. The temperature values at the midpoint of the panel radiator were about 54°C and 39°C at the end of the experiment for TBSE and reverse TBSE-connected cases, respectively. The reverse TBSE-connected case has a nonhomogeneous temperature distribution compared to the TBSE-connected case. In general, the standard TBSE-connected case has a more homogeneous temperature distribution compared to the TBSE-connected case. In future works, it is planned to carry out thermal comfort studies under the other standard radiator connection conditions are in the test room.

ACKNOWLEDGMENT

The author would like to thank the Amasya University Scientific Research Projects (BAP) Coordination Department for supporting this research under Project No. FMB-BAP 21-0511.

REFERENCES

- [1] Brembilla, C., Soleimani-Mohseni, M., & Olofsson, T. (2015). Transient model of a panel radiator. In Proceedings of BS2015: 14th Conference of International Building Performance Simulation Association, Hyderabad, India, Dec. 7-9, 2015. (pp. 2749-2756). International Building Performance Simulation Association (IBPSA).
- [2] Kılıç, M., Sevilgen, G., & Mutlu, M. (2014). Three-Dimensional Numerical Analysis of Thermal Output of a Steel Panel Radiator. In Progress in Exergy, Energy, and the Environment (pp. 585-593). Springer, Cham.
- [3] Gritzki, R., Perschk, A., Rösler, M., Richter, W., & Dresden, T. U. (2007). Modeling of heating systems and radiators in combined simulations. In Proceedings of Clima.
- [4] Aydar, E., & Ekmekci, I. (2012). Thermal efficiency estimation of the panel type radiators with CFD analysis. Journal of Thermal Science and Technology, 32, 63-71.
- [5] Sevilgen, G., & Kilic, M. (2011). Numerical analysis of air flow, heat transfer, moisture transport and thermal comfort in a room heated by two-panel radiators. Energy and buildings, 43(1), 137-146.
- [6] Beck, S. M. B., Grinsted, S. C., Blakey, S. G., & Worden, K. (2004). A novel design for panel radiators. Applied thermal engineering, 24(8-9), 1291-1300.
- [7] Harris, D. J. (1995). Use of metallic foils as radiation barriers to reduce heat losses from buildings. Applied Energy, 52(4), 331-339.
- [8] Aydar, E., Ekmekçi, İ., & Şen, Y. (2014). Novel fin design for the panel type radiators using CFD. In Progress in Exergy, Energy, and the Environment (pp. 617-631). Springer, Cham.
- [9] Myhren, J. A., & Holmberg, S. (2011). Improving the thermal performance of ventilation radiators—The role of internal convection fins. International journal of thermal sciences, 50(2), 115-123.
- [10] Calisir, T., Yazar, H. O., & Baskaya, S. (2017). Determination of the effects of different inlet-outlet locations and temperatures on PCCP panel radiator heat transfer and fluid flow characteristics. International Journal of Thermal Sciences, 121, 322-335.
- [11] Reguis, A., Vand, B., & Currie, J. (2021). Challenges for the Transition to Low-Temperature Heat in the UK: A Review. Energies, 14(21), 7181.
- [12] Calisir, T., & Baskaya, S. (2021). The influence of different geometrical dimensions of convectors on the heat transfer from panel radiators. SN Applied Sciences, 3(3), 1-16.
- [13] Cholewa, T., & Rosiński, M. (2010). Heat transfer in rooms with panel heating systems. In Proceedings of 41th International Congress on Heating, Refrigerating and Air-Conditioning-KGH Congress, Belgrad (pp. 370-380).
- [14] Beck, S. B., Blakey, S. G., & Chung, M. C. (2001). The effect of wall emissivity on radiator heat output. Building Services Engineering Research and Technology, 22(3), 185-194.

RADIATION RISK FROM CHEST COMPUTED TOMOGRAPHY

Raed Mohammed Kadhim M. Ali¹, Hussien Abid Ali Bakir Mraity², and Ali Abid Abojassim³

¹University of Kufa, Faculty of Medicine, Najaf, Iraq

²University of Kufa, Faculty of Sciences, Department of Physics, Najaf, Iraq

ABSTRACT

With covid-19 pandemic, the chest computed tomography (CT) examination becomes one of the most common diagnostics means for lung evaluation. This undoubtedly increases per capita radiation dose of general public. Accordingly, this study aimed to assess the radiation risk from chest CT examinations achieved by Siemens (SOMATOM Definition Edge) machine using two different protocols; spiral mode for routine chest studies (ThoraxRoutine) and spiral mode for high resolution lung studies (ThorHR). Dose-length product (DLP) and Effect dose (E) were used as parameters for radiation risk assessment. Dosimetric data for a total number of 20 patients (10 for each protocol) were collected. The average data for patients examined by ThoraxRoutine protocol are 224 mGy.cm and 3.8 mSv for DLP and effective dose, respectively. For ThorHR protocol, the average DLP was 288 mGy.cm and the average effective dose was 4.9 mSv. In conclusion, the recorded data were seen to be within the internationally recommended levels. Finally, adopting the ThoraxRoutine protocol is recommended due to its low radiation dose.

Keywords: DLP, CT protocols, risk evaluation, radiation hazards

INTRODUCTION

Since the introduction of computed tomography in 1970s, it becomes the main contributor to patient radiation dose from medical exposure. It has been reported that CT examinations constitute 11% of all radiographic examinations in the US and 4% of examinations in the Europe. These CT examinations result in 67% of the radiation dose from all radiographic procedures in the US and 40% in the Europe (1, 2).

With covid-19 pandemic the number of chest computed tomography (CT) examinations is greatly increase because it becomes one of the most common diagnostic means for lung evaluation. The COVID-19 invades and attacks respiratory system resulting in pneumonia. Pneumonia is one of the most common signs of COVID-19 that can be diagnosed by CT chest (3). Accordingly, CT chest can be considered as an important mean for early COVID-19 detection before nucleic acid test is carried out, and may be used for screening and evaluation of suspected COVID-19 cases (4). It has been found that, at admission time, the majority of COVID-19 patients have abnormal chest CT findings. Other study reported that the chest CT has more than 50% specificity and approximately 40% negative predictive value to present abnormal COVID-19 findings (3, 5, 6). Therefore, the chest CT examinations during COVID-19 pandemic increase and this would increases per capita radiation dose received by general public from medical procedures.

Effective dose is the most commonly used quantity to determine the radiation risk associated with medical procedures that involve the use of ionizing radiation. The effective dose evaluates the stochastic radiation risk which may result from whole-body radiation dose. It is particularly helpful to compare the radiation dose from different imaging modalities (7). In CT examinations, effective dose is calculated using Monte Carlo simulation. Also, effective dose can be easily estimated from dose-length product (DLP) (1), which is a measure for radiation dose output from CT machine. Nevertheless, using the DLP cannot indicate the radiation dose distribution within the patient body (8). The DLP can be employed to compare different CT examination protocols of different CT machines (8). For a given CT examination, the effective dose can be

obtained by multiplying DLP by conversion factors published by European Commission for each body part (1, 7). Accordingly, for CT chest, DLP is multiplied by 0.017 (mSv / mGy × cm) to obtain effective dose (7).

The aim of this study is to evaluate the radiation risk to adult patients from chest CT examination achieved by two different protocols.

MATERIAL AND METHODS

In order to evaluate the radiation risk from chest CT examination in the CT unit at university of Kufa/Faculty of Medicine, dosimetric data for a total number of 20 adult patients were retrospectively collected.

Before data collection, an ethical approval for study protocol was obtained from local committee at University of Kufa/ Faculty of Medicine.

The dosimetric data was collected for complete chest CT examination including topogram and study protocol. These data include total mAs, which is the product of CT tube current in milliampere (mA) multiplied by time of exposure in second (s), CT X-ray tube potential (kV) in kilovolt and total DLP in mGy.cm.

All chest CT examinations were achieved at CT unit at University of Kufa / Faculty of Medicine using Siemens (SOMATOM Definition Edge) CT machine. Two different examination protocols were used; spiral mode for routine chest studies (ThoraxRoutine) and spiral mode for high resolution lung studies (ThorHR) wherein 10 patients examined by each protocol. ThoraxRoutine protocol uses 100 kV for all patients while ThorHR protocol uses 120 kV for all patients.

To calculate the effective dose in (mSv), the recorded DLP values were multiplied by conversion factor published by the European Commission which is (0.017 mSv/mGy.cm) for chest CT examination as follow (7):

$$\text{Effective Dose} = \text{DLP} \times 0.017$$

RESULTS

Descriptive statistics was used to present the dosimetric data which include total mAs, DLP and effective dose. The data from each examination protocol was presented as minimum, maximum, mean and standard deviation.

Table (1) presents the dose data for ThoraxRoutine examination protocol. For this protocol, the total mAs ranges from 1333 to 1981 mAs, total DLP ranges from 165 to 261 mGy.cm and the effective dose was 2.8-4.4 mSv.

For the other protocol (ThorHR) the resulted data ranges are 1268-1416 mAs, 277-314 mGy.cm and 4.7-5.3 mSv for mAs, DLP and effective dose, respectively, Table (2).

Table (1) The dose data from chest CT for ThoraxRoutine examination protocol

| | Total mAs | Total DLP (mGy.cm) | Effective dose (mSv) |
|--------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| Minimum | 1333 | 165 | 2.8 |
| Maximum | 1981 | 261 | 4.4 |
| Mean | 1731 | 224 | 3.8 |
| Standard deviation | 210.0 | 31.0 | 0.5 |

Table (2) The dose data from chest CT for ThorHR examination protocol

| | Total mAs | Total DLP (mGy.cm) | Effective dose (mSv) |
|--------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| Minimum | 1268 | 277 | 4.7 |
| Maximum | 1416 | 314 | 5.3 |
| Mean | 1312 | 288 | 4.9 |
| Standard deviation | 49.7 | 12.4 | 0.2 |

The DLP and effective dose for the two considered examination protocols can be compared as in Figure (1). It can be seen that the highest radiation dose was resulted from ThorHR protocol.

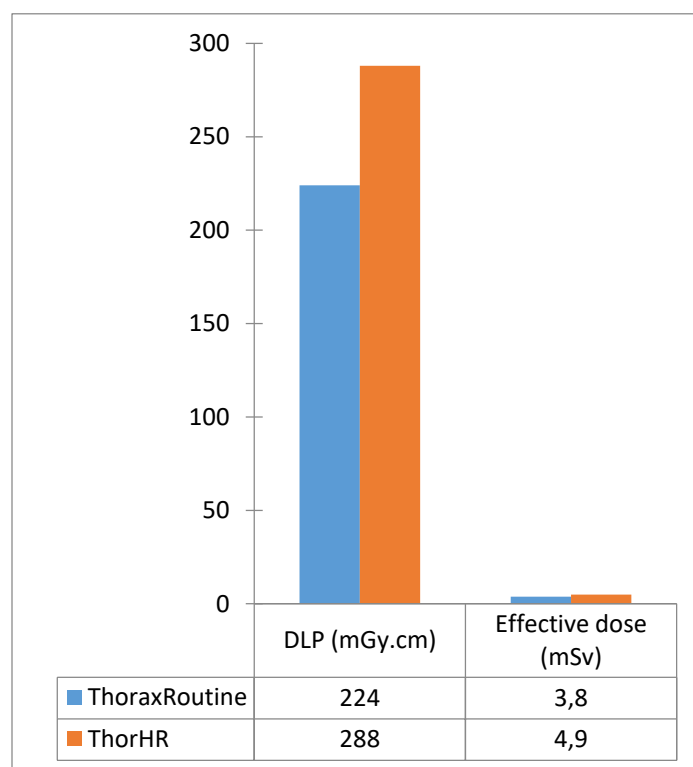


Figure (1) compares the DLP and effective dose from chest CT of the two used protocols

DISCUSSION

The chest CT examination is one of the most common radiographic examinations and the number of chest CT examination is greatly increased with COVID-19 pandemic. Accordingly, many studies evaluated the radiation dose from this examination (9-13). Tack (12) had optimized the radiation dose from chest CT examination and reviewed the recommended dose level from this examination in different countries. For these considered countries the DLP of chest CT examination ranged from 210-650 mGy.cm. In our study the recorded mean \pm SD DLP values are 224 ± 31.0 mGy.cm and 288 ± 12.4 mGy.cm for ThoraxRoutine and ThorHR protocols, respectively.

Similarly, the effective dose from chest CT examination which were calculated in this study is consistent with those published by previous studies. Jang et al, (13) compared the radiation dose from different CT examination in two time periods; during 2007 and 2010. For chest CT examination they (13) have found that the radiation dose reduced from 8.8 ± 3.6 mSv in 2007 to 7.2 ± 3.2 mSv in 2010. By comparison, in this study the effective dose was 3.8 ± 0.5 mSv for ThoraxRoutine protocol and 4.9 ± 0.2 mSv for ThorHR protocol. Also, DLP values recorded by Jang et al (13), were 625.9 ± 252.0 mGy.cm in 2007 and 511.4 ± 225.2 mGy.cm in 2010, are comparable to these recorded in our study.

Regarding the comparison between the two examination protocols, It seems that the ThoraxRoutine protocol can results lower effective dose (3.8 ± 0.5 mSv) than that caused by ThorHR protocol (4.9 ± 0.2 mSv).

This work could be improved by considering dosimetric data for more patients and more chest CT examination protocols. As well as evaluation of radiation dose for CT machines from different manufactures may improve the result of this work.

CONCLUSION

Due to the increased demand for chest CT examination during COVID-19 pandemic, the radiation dose from this examination should regularly evaluated to ensure that the patient radiation dose is within acceptable level. For the considered CT machine, the radiation dose from chest CT examination is within the internationally recommended ranges with ThoraxRoutine protocol results in lower effective dose than ThorHR protocol.

REFERENCES

1. Deak PD, Smal Y, Kalender WA. Multisection CT protocols: sex- and age-specific conversion factors used to determine effective dose from dose-length product. *Radiology*. 2010 Oct;257(1):158-66. PubMed PMID: 20851940. Epub 2010/09/21. eng.
2. Singh S, Kalra MK, Ali Khawaja RD, Padole A, Pourjabbar S, Lira D, et al. Radiation dose optimization and thoracic computed tomography. *Radiologic clinics of North America*. 2014 Jan;52(1):1-15. PubMed PMID: 24267707. Epub 2013/11/26. eng.
3. Kalra MK, Homayounieh F, Arru C, Holmberg O, Vassileva J. Chest CT practice and protocols for COVID-19 from radiation dose management perspective. *Eur Radiol*. 2020 Dec;30(12):6554-60. PubMed PMID: 32621238. Pubmed Central PMCID: PMC7332743. Epub 2020/07/06. eng.
4. Zhou Y, Zheng Y, Wen Y, Dai X, Liu W, Gong Q, et al. Radiation dose levels in chest computed tomography scans of coronavirus disease 2019 pneumonia: A survey of 2119 patients in Chongqing, southwest China. *Medicine*. 2021 Aug 6;100(31):e26692. PubMed PMID: 34397803. Pubmed Central PMCID: PMC8341287. Epub 2021/08/17. eng.
5. Guan W-j, Ni Z-y, Hu Y, Liang W-h, Ou C-q, He J-x, et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *New England Journal of Medicine*. 2020;382(18):1708-20.
6. Wen Z, Chi Y, Zhang L, Liu H, Du K, Li Z, et al. Coronavirus Disease 2019: Initial Detection on Chest CT in a Retrospective Multicenter Study of 103 Chinese Patients. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*. 2020;2(2):e200092. PubMed PMID: 33778564.
7. Mayo JR, Leipsic JA. Radiation Dose in Cardiac CT. *American Journal of Roentgenology*. 2009 2009/03/01;192(3):646-53.
8. Yang Y, Zhuo W, Zhao Y, Xie T, Wang C, Liu H. Estimating Specific Patient Organ Dose for Chest CT Examinations with Monte Carlo Method. *Applied Sciences*. 2021;11(19):8961. PubMed PMID: doi:10.3390/app11198961.
9. Leitão CA, Salvador GLdO, Tazoniero P, Warszawiak D, Saievicz C, Jakubiak RR, et al. Dosimetry and Comparison between Different CT Protocols (Low Dose, Ultralow Dose, and Conventional CT) for Lung Nodules' Detection in a Phantom. *Radiology Research and Practice*. 2021 2021/01/23;2021:6667779.
10. Vonder M, Dorrius MD, Vliegenthart R. Latest CT technologies in lung cancer screening: protocols and radiation dose reduction. *Translational lung cancer research*. 2021 Feb;10(2):1154-64. PubMed PMID: 33718053. Pubmed Central PMCID: PMC7947397. Epub 2021/03/16. eng.
11. Giansante L, Martins JC, Nersissian DY, Kiers KC, Kay FU, Sawamura MVY, et al. Organ doses evaluation for chest computed tomography procedures with TL dosimeters: Comparison with Monte Carlo simulations. *Journal of applied clinical medical physics*. 2019;20(1):308-20. PubMed PMID: 30508315. Epub 12/03. eng.

12. Tack D. Radiation dose optimization in thoracic imaging. JBR-BTR : organe de la Societe royale belge de radiologie (SRBR) = orgaan van de Koninklijke Belgische Vereniging voor Radiologie (KBVR). 2010 Jan-Feb;93(1):15-9. PubMed PMID: 20397429. Epub 2010/04/20. eng.
13. Jang J, Jung SE, Jeong WK, Lim YS, Choi JI, Park MY, et al. Radiation Doses of Various CT Protocols: a Multicenter Longitudinal Observation Study. Journal of Korean medical science. 2016 Feb;31 Suppl 1(Suppl 1):S24-31. PubMed PMID: 26908984. Pubmed Central PMCID: PMC4756338. Epub 2016/02/26. eng.

ECOLOGY PERCEPTION OF COMMUNITY ON SUPPORTING THE SUSTAINABILITY OF PROTECTED FORESTS: CASE STUDY IN COMMUNITY FORESTS GROUP OF MARGO RUKUN, LAMPUNG-INDONESIA

Nindya Tria Puspita¹, Christine Wulandari^{2}, Hari Kaskoyo³ Arief Darmawan³ Indra Gumay Febryano³ Yulia Rahma Fitriana³*

¹Graduate Program of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung.

Jl. Soemantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

²Forestry Department and Graduate Program of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Jl Soemantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia.

³Forestry Department and Graduate Program of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Jl Soemantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia.

ABSTRACT

Forests are natural resources that provide benefits for human welfare, both directly (intangible) and indirectly (tangible). The existence of the forest, particularly its carrying capacity for human, animal and plant life is largely determined by the low public perception which is related to the importance of forests use and management. Perception greatly affects a person's behavior towards the environment in maintaining the balance of the forest ecosystem. Efforts in conserving protected forests based on community perceptions of the ecological aspects of sustainable forest management are still lacking. So far, there are many perceptions related to efforts to preserve protected forests from an economic perspective, therefore the purpose of this research is to find out ecology perception of community on supporting the sustainability of protected forests. The research method was carried out by a qualitative descriptive and collecting the data by direct observation and interviews using questionnaires with 45 farmers from the Margo Rukun Community Forest Groups (CFG), located in Ngarip Village, Ulu Belu Subdistrict, Tanggamus District, Lampung Province, Indonesia. The results show that the respondents as representative of community in research location has good perception on conservation aspects in maintaining and being responsible for sustainability in the protected forest.

Keyword: Protected Forest, Perception, Forest Sustainability, Conservation Aspects

Abstrak

Hutan merupakan sumber daya alam yang memberikan manfaat bagi kesejahteraan manusia, baik secara langsung (intangible) maupun tidak langsung (tangible). Keberadaan hutan dalam hal ini sebagai daya dukung seluruh aspek kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan sangat ditentukan oleh rendahnya persepsi masyarakat akan pentingnya hutan dalam pemanfaatan dan pengelolaan hutan. Persepsi sangat mempengaruhi perilaku seseorang terhadap lingkungannya dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Upaya dalam melestarikan hutan lindung dengan persepsi masyarakat tentang aspek ekologi terhadap pengelolaan hutan berkelanjutan masih kurang. Selama ini banyak persepsi terkait upaya pelastarian hutan lindung dari segi ekonomi, untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui persepsi masyarakat tentang ekologi terhadap pengelolaan dan pemanfaatan di hutan lindung. Metode peneliitian yang dilakukan dengan observasi langsung dan wawancara menggunakan kuesioner dengan petani Hutan Kemasyarakatan Margo

Rukun sebanyak 45 petani, yang berlokasi di Dusun Ngari, Kecamatan Ulu Belu, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung Indonesia. Analisis dilakukan dengan deskriptif kualitatif. Hasil menunjukkan bahwa masyarakat ikut serta menjaga dan bertanggung jawab atas keberlangsungan di hutan lindung. Disamping itu masyarakat juga memiliki kelompok masyarakat yang berperan aktif dalam menjaga kelestarian ekosistem pada hutan lindung.

Keyword: Hutan Lindung, Persepsi, Ekologi

INTRDUCTION

Forests provide many benefits for life and a good environment for humans. The function of the forest area legally is an effort to protect, maintain and control the ecosystem and resources contained in the forest area. The ideal use of land and forest resources must be able to be supported by awareness to maintain and optimize every element involved in it. The use of forests by communities around the forest can determine the sustainability of the forest. If the forest is used wisely, the sustainability of the forest can be maintained properly.

Protected forests have an important function in maintaining the world's ecosystems and biodiversity (Pambudi et al., 2019). Protected forest is a forest whose existence is protected because it plays an important role in maintaining the ecosystem (Sarminah et al., 2020). Protected forest is a forest that has a protective function, namely water management, preventing erosion, and soil fertility. Utilization of protected forest can be in the form of taking non-timber forest products and using area.

Perception in general is often interpreted as the perspective of the community or a person towards an object, be it a physical or social object (Sondakh et al., 2019). Community knowledge and perceptions about forest management in agroforestry are very much needed as a further basis for community development (Anggraini et al., 2019). Wulandari and Inoue (2018) state that perception is a process that provides awareness for a person about an object outside himself through the five senses. Community perception is important to know as a reference for implementing community empowerment in effective agroforestry forest management and is expected to be a solution to solving problems that occur (Susanti, *et al.*, 2021).

The existence of forests in this case as the carrying capacity of all aspects of human, animal and plant life is largely determined by the low public perception of the importance of forests in forest utilization and management. Perception greatly influences a person's behavior towards his environment in maintaining the balance of the ecosystem. Efforts in conserving protected forests with community perceptions of the ecological aspects of sustainable forest management are still lacking. So far, there are many perceptions related to efforts to preserve protected forests from an economic perspective, therefore the purpose of this research is to find out community perceptions about the ecology of the management and utilization of protected forests.

METHOD

The research was conducted in Ngari Village, Ulubelu District, Tanggamus Regency, Lampung Province from November 2021 to January 2022. Data collected by interview method based on questionnaires filled out by farmers who are members of HKM Margorukun. This sampling was carried out because of the number of members of the Margo Rukun 7 Forest Farmers Group (KTH), so that by using a purposive sampling technique, 42 respondents were obtained with 6 people each for each KTH. Purposive Sampling technique according to Notoadmodjo (2010) is a sampling technique based on a consideration, such as the characteristics or characteristics of a population. The data obtained were then analyzed with qualitative descriptive.

RESULT AND DISCUSION

The age of the majority of farmers is in the range of 20 to 45 years. This age is a person's productive age in doing a job in order to obtain maximum results (Idayanti *et al.*, 2019). Respondents' educational level varied starting from the highest, namely, Bachelor, High School (SMA), Junior High School (SMP), Primary School (SD) and some even did not attend school. The length of stay of farmers ranged from 16 to 35 years. The farmer members of the two HKm Gapoktan live as neighbors and communicate well with each other. According to Wulandari *et al.*(2016) ;Wulandari *et al.* (2018) the longer you stay in a place, the more you will know and trust will arise among its members. The Social Characteristic can be seen in the Table 1.

Table 1. Social Characteristic of Margo Rukun

| Social Characteristic | Quantity | % |
|-------------------------------|----------|----|
| Age (Yeras) | | |
| 20-35 | 18 | 43 |
| 36-50 | 17 | 40 |
| 51-60 | 3 | 7 |
| >61 | 4 | 10 |
| Education | | |
| No School | 6 | 14 |
| Primary school | 7 | 17 |
| Junior high school | 11 | 26 |
| Senior high school | 15 | 36 |
| Bachelor | 3 | 7 |
| Length of Stay (Years) | | |
| 5-35 | 25 | 60 |
| 36-55 | 11 | 26 |
| > 55 | 6 | 14 |
| Distance To HKm (Km) | | |
| 0,5-1,5 | 22 | 52 |
| 1,6-3 | 11 | 26 |
| 3,1-6 | 7 | 17 |
| >6 | 2 | 5 |

The distance from the house to the farmer's Hkm land is about 0.5 - 3 Kilometers. This is because the protected forest arable land is close to the village, but some are up to 10 kilometers away. Access to the land of margorukun farmers usually uses motorbikes, in addition there are also farmers who walk while exercising. Farmers' perceptions of the importance of conserving protected forests and taking a role in conserving protected forests can be seen in Figure 1 and Figure 2

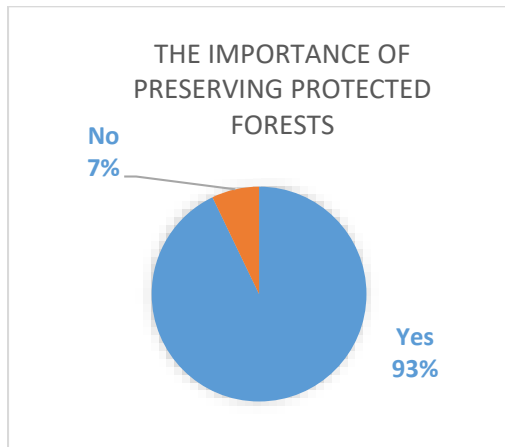


Figure 1. The Importance of Preserving Protected Forests

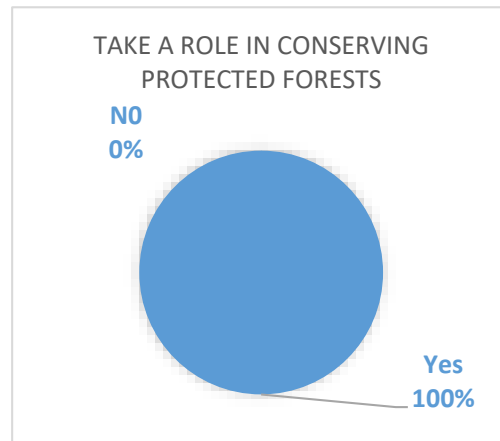


Figure 2. Take a role in conserving Protected Forests

The first diagram explains whether forest conservation to support ecology is important or not the second diagram describes Take a role in conserving Protected Forests Farmers' perception of the importance of conserving Protected Forests, in the questionnaire that has been submitted, answered that as many as 93% consider it important to carry out forest conservation in order to preserve forest ecology. Besides that, HKm margorukun farmers take a role in forest conservation. Figure 3. explains the perception of When to do forest conservation

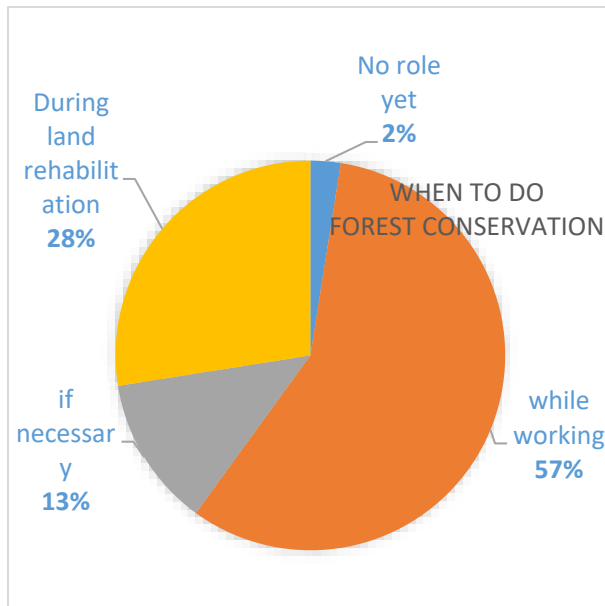


Figure 3. When To Do Forest Conservation

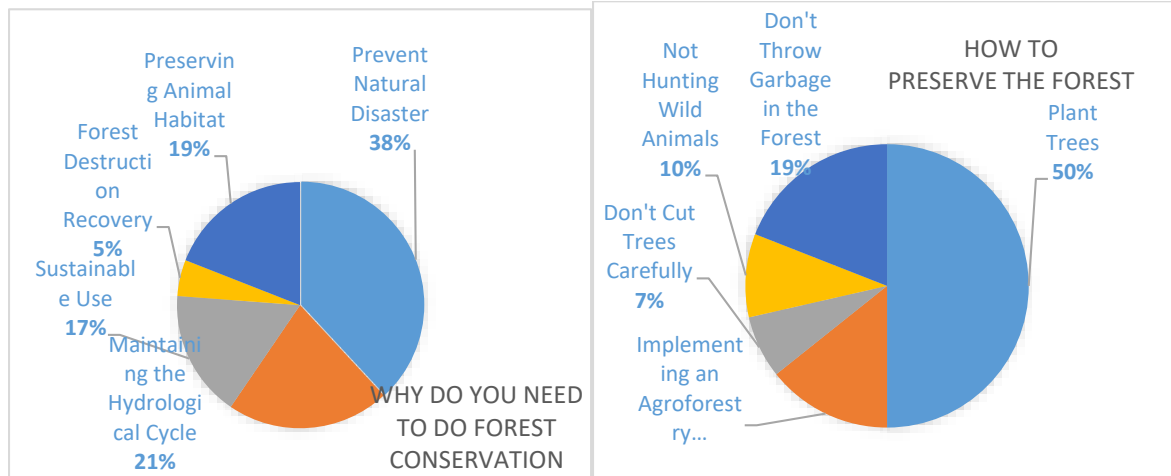


Figure 4. Why Do You Need To Do Forest Conservation

Figure 5. How to Preserve the Forest

Why is it necessary to do forest conservation and how to conserve forests can be seen in Figures 4 and 5. The third diagram explains when to conserve protected forests Margorukun farmers conserve protected forest while working on the land as much as 57%. At the time of rehabilitation by 13% , if necessary 13% and there are those who have not carried out conservation by 2% According to the perception of farmers, conservation can be done anytime and anywhere, but most of the margorukun farmers do it around their land.

The fourth diagram explains why we should carry out conservation forest protection, and

The fifth diagram explains how farmers who have participated in protecting protected forests farmers' perceptions of why it is important to conserve protected forests by 38% answered that it can prevent natural disasters, Maintaining the Hydrological Cycle 21%, Preserving Animal Habitat 19%, Sustainable Use 17%, and Forest Destruction Recovery 5%. how farmers participate in the conservation of protected forests, some farmers plant trees and others Implementing an Agroforestry System 14%, Don't Cut Trees Carefully 7%, Not Hunting Wild Animals 19%, Don't Throw Garbage in the Forest 10%.

CONCLUSION

This study it can be concluded that the respondents who were taken at HKm Margorukun as representatives of the community in this research location had a good perception of the ecological aspects of maintaining and being responsible for sustainability in protected forests.

REFERENCES

- Anggraini, D., Malik, A., dan Harujanto, H. 2019. Respon Masyarakat Terhadap Pengelolaan Hutan Rakyat di Desa Mantikole. *Warta Rimba*, Vol 7 Issue 3, pp 94- 99.
- Idayanti, P., Bakri, S., Wulandari, C., and Yuwono, S. B. (2018). Karakteristik Sosial Ekonomi yang Berpengaruh Terhadap Pendapatan Kelompok Hutan Kemasyarakatan Panca Tunggal. *PROSIDING Seminar Nasional Biologi (SEMABIO) 2018 Pemanfaatan Biodiversitas and Bioteknologi untuk Pelestarian Lingkungan*, pp.174-180.

- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Wulandari, C., and Inoue, M. (2018). The Importance of Social Learning for the Development of Community Based Forest Management in Indonesia: The Case of Community Forestry in Lampung Province. *Small-scale Forestry*, vol 17, issue 3, pp. 361–376.
- Wulandari, C., and Budiono, P. 2016. Social Capital Status on HKm Development in Lampung, Paper Presented at *The International Conference of Indonesia Forestry Researchers III 3rd INAFOR 2015 Bogor, 21-22 October 2015, pp 19-26*.
- Sondakh; V. S., Suhaeni; S., and Lumenta, V. 2019. Persepsi Masyarakat Terhadap Pengelolaan Hutan Mangrove Di Desa Tiwoho Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. *Journal AKULTURASI*. Vol. 7 Issue 1, pp 1049-10578.
- Pambudi, A. T., Malik, A., and Alam, A. S. 2019. Persepsi Masyarakat Terhadap Kegiatan Rehabilitasi Hutan Lindung Di Desa Sarumbaya Kecamatan Banawa Selatan Kabupaten Donggala. *Jurnal Warta Rimba*. Vol 7, Issue 4, pp 181-187.
- Susanti, Y., Wulandari, C., Safe'I, R., Yuwono, S. B., and Kaskoyo, H. 2021. The Perception of Community toward Agroforestry Management of Wan Abdul Rachman Forest Park on Register 19 Lampung. *Jurnal Hutan Tropis*, Vol 9 Issue. 2.
- Sarminah, S., Anugerah, D. R., Aipassa, M. I., and Agusdin. 2020. Kualitas Air Pada Das Bugis Dan Das Wain Di Kawasan Hutan Lindung Sungai Wain Balikpapan. *Ulin – J Hutan Tropika*, Vol 4 Issue 2, pp 77-91

SPİNAL STABİLİZASYON AMAÇLI KULLANILAN ARA BAĞLANTI ELEMANI ÇOK YÖNLÜ KONEKTÖR PARÇANIN KUMLAMA YAPILARAK TİTANYUM MALZEMEDE YÜZEY DÜZGÜNSÜZLÜĞÜNÜN İYİLEŞTİRİLMESİ

IMPROVEMENT OF SURFACE RADIANCE IN TITANIUM MATERIAL BY SANDBLASTING OF INTERMEDIATE CONNECTOR MULTI-DIRECTIONAL CONNECTOR PART USED FOR SPINAL STABILIZATION

Esma Tuğçenur KUMAŞ¹

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi, Biyomalzemeler Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı Mühendislik Fakültesi, Bursa / Türkiye.

¹ORCID ID: 0000-0003-0660-8693

Prof. Dr. Esra KARACA²

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bursa / Türkiye

²ORCID ID: 0000-0003-1777-3977

Prof. Dr. Ali DURMUŞ³

³ Bursa Uludağ Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bursa / Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada biyomalzeme olarak kullanılan spinal stabilizasyon ara bağlantı elemanlarından olan çok yönlü konektör imalatında kullanılan titanyum alaşımlı malzemenin (Ti6Al4V) kemik dokuya tutunumunu arttırmak amacı ile yapılan kumlamaya bağlı yüzey pürüzlülüklerindeki değişimler incelenmiştir.

Seçilen biyomalzeme omurga sabitleme sisteminde kullanılan arabağlantı elemanlarından çok yönlü konektördür. Titanyum hammalzemesinin tel erezyon cihazında işlenmesi ile hazırlanan ürün, yüzey pürüzlülüklerinin daha net gözlemlenebilmesi için düz bir yapıya sahip olduğu için seçilmiştir. Proses geçerliliğini doğrulamak için hem montajlı hem de düz bir yüzeydeki pürüzlülük değerinin ölçülmesi için kritik olduğu gözlemlenmiştir. Numunelere basınçlı cam kum püskürtme işlemi uygulanmıştır. 25, 35, 45 ve 60 saniye olarak belirtilmiştir. Kumlama süresi arttıkça parlak bir görüntü, çapaksız homojen bir yüzey ve ölçek olarak teknik resme uygunluğu arttığı görülmüştür. Yapılan değerlendirme sonucunda 35 ve 60 s'lik kumlama süresinin uygun olarak görülmüş ve en iyi sonuçlar 60 s'lik kumlama işleminde elde edilmiştir. Ayrıca Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) cihazlarıyla 35 ve 60 s süre ile kumlanan numunelerin yüzey topografyaları incelenmiştir. Ölçümler sonucunda 35s kumlanan numune 60 s kumlanan numuneye oranla mat bir görüntüye sahip ve yüzey girinti çıkıntıları 500-2000 mikron metre aralığında derin ve heterojen dağılıma sahip olduğu gözlemlendi. 35 ve 60 s arasında kumlanan titanyum numunelerin 60 s olarak kumlanması uygun olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Titanyum, Kumlama, Yüzey Pürüzlülüğü, Çok Yönlü Konektör

ABSTRACT

Used as a biomaterial in this study. Changes in surface roughness due to sandblasting made in order to increase the adhesion of titanium alloy material (Ti6Al4V) to bone tissue, which can be used in the manufacture of versatile connectors, which is one of the spinal stabilization multiaxial connectors, were

investigated.

It is a versatile connector from the multiaxial connection elements used in the selected biomaterial spine fixation system. The product, which is prepared by processing the titanium raw material in a wire erosion device, was chosen because it has a flat structure so that the surface roughness can be observed more clearly. It has been observed to be critical for measuring the roughness value on both an assembled and flat surface to verify process validity. Pressure glass sandblasting was applied to the samples. It is specified as 25, 35, 45 and 60 seconds. It has been observed that as the sandblasting time increases, a bright image, a homogeneous surface without burrs, and the conformity to the technical drawing increase in scale. As a result of the evaluation, the 35 and 60 s blasting time was found to be appropriate and the best results were obtained in the 60 s blasting process. In addition, the surface topographies of the samples that were sandblasted for 35 and 60 s with Scanning Electron Microscope (SEM) and Atomic Force Microscope (AFM) devices were examined. As a result of the measurements, it was observed that the sample blasted for 35 s has a dull appearance compared to the sample blasted for 60 s, and the surface indentations have a deep and heterogeneous distribution in the range of 500-2000 micron meters. It can be said that titanium samples sandblasted between 35 and 60 s are suitable for 60 s blasting.

Keywords: Titanium, Sandblast, Surface Roughness, Multiaxial Connector

METARYAL VE YÖNTEM

1. METARYAL

Vücut içerisinde kullanılan implant malzemeleri olarak çoğunlukla işleme kolaylığı, biyomekanik dayanım ve biyouyumluluk sebebiyle titanyum ve titanyum alaşımları tercih edilmektedir. İmplantlarda genelde statik ve dinamik mukavemetler yanı sıra yorulmalar meydana gelmektedir.

1.1.1. Teknik Çizim

Bu çalışmada biyouyumluluğu ve biyomekanik dayanımı ispatlanmış olan titanyum malzemeden yapılmış omurga sabitleme sistemlerinde kullanılan ara bağlantı parçalarından olan çok yönlü konektör dişi parçası kullanılmıştır. Ürünün üç boyutlu hali çizilerek Şekil 2 deki gibi teknik resmi oluşturulmuştur.



Şekil 1. Çok Yönlü Konektör

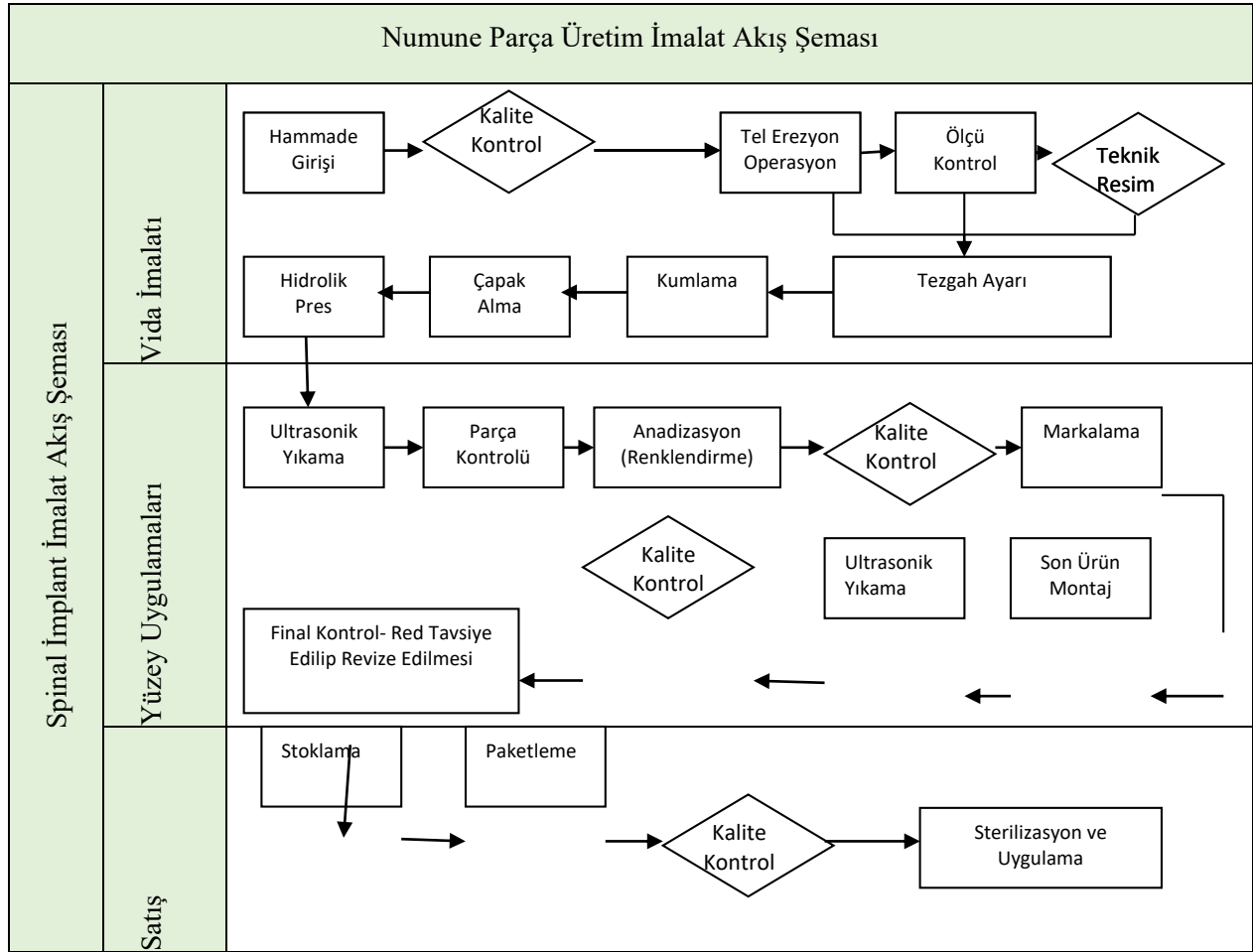


Şekil 2. Çok Yönlü Konektör Dişi Parçası Teknik Resmi

1.1.2. Numune İmalatı

Teknik resmi oluşturulan ürün için imalat aşamasına geçilmiştir. İmalat prosesleri de yüzeyel topografi de oldukça etkili bir süreçtir. Bu yüzden imal edilirken akış şeması uygun prosesler ile üretilmelidir. Şema

1'de çok yönlü konektör dişi parçası için oluşturulmuş imalat şeması yer almaktadır



Şema 1. Parça Üretim İmalat Akış Şeması [meditech]

Tel erezyon cihazı ile işlem gören titanyum hammalzemesi teknik resme uygun halde numune üretimi gerçekleşir. Sonrasında kalite kontrolleri ölçüm cihazlarıyla yapılır. Çıkan numune ürün yüzeysel olarak işlenebilmesi için kumlama cihazına gönderilerek farklı saniyelerde cam kum ile kumlanmaktadır.

1.1.3. Kumlama İşlemi

Günümüzde birçok implant ve protezlerin üzerlerinde yağ, kir, pas ve korozyonu kaldırıp taşlama işlemi ile Titanyumun kullanım ömrünü uzatmak ve yüzeyde daha parlak bir görüntü elde etmek amacı ile uygulanan bir yöntemdir. Aynı zamanda hücre büyümesine yardımcı olmak için fiziksel ve kimyasal yüzeysel karakterizasyon teknikleri uygulanmaktadır. Makine ile işleme, kumlama, çapak alma, asitleme, organik kaplamalar, sinterleme gibi işlemler titanyum malzemelerde kullan yüzey tutunumunu artıran işlemlerdir. Yüzey karakterizasyon işlemleri iki ve üç boyutlu görüntüleri nanometre seviyesinde ölçümlerle tespit edilmektedir.

Kumlama işlemi işlenecek malzeme yüzeyine kumlama makinesi vasıtasıyla yüksek hızda kum parçacıklarının püskürtülmesi temeline dayanmaktadır. Şekil 3 de gösterilen kumlama cihazıyla kumlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Farklı türde birçok aşındırıcı kullanılabilir. Fakat yüzeyde çok keskin çıkıntıların

olması istenmediği için cam kum tercih edilmektedir.



Şekil 3. Kumlama Cihazı

Basınçlı hava ile püskürtme yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde basınçlı havanın basınç enerjisinin, basınç düşümüyle kinetik enerjiye dönüşmesi sonucu beraberinde taşıdığı yüzey aşındırıcı maddeye kinetik enerjisi kazandırması yoluyla olmaktadır. Kumlar hortum yardımıyla taşınmakta ve nozul yardımıyla püskürtülmektedir.



Şekil 4. Cam Kum

Cam kum endüstriyel kullanım için mineral püskürtmeli aşındırıcı bir maddedir. Yuvarlak şekilde, fiziksel olarak katı halde, beyaz şeffaf bir görüntüye sahiptir ve kokusuzdur. İçerik olarak incelendiğinde Tablo 1’de belirtilen değer aralıklarındadır.

| İçerik | Ortalama |
|---------------------------------------------------|----------|
| Silikon Dioksit (SiO ₂) | %70-75 |
| Sodyum Oksit (Na ₂ O) | %12-15 |
| Kalsiyum Oksit (CaO) | %7-12 |
| Magnezyum Oksit (MgO) | ~%5 |
| Alüminyum Oksit (Al ₂ O ₃) | ~%2.5 |
| Potasyum Oksit (K ₂ O) | ~%1,5 |

Tablo 1. Cam Kumun İçerik Bilgisi [Asal Metal MSDS]

Seçilen ürün de yüzey pürüzlülüğünün daha net ve belirgin bir şekilde görülebilmesi ve tarama cihazlarında net ve sağlıklı bir görüntü elde edilebilmesi için Çok Yönlü Konnektör Dışı Parçası seçilmiştir. Yüzeysel olarak düz, delikli ve montaj parçalarından oluşan bu ürün işlenme esnasında proses çoğunluğuna sahip olmasından dolayı uygulanan işlem sonrasında daha iyi yüzey topografyasının gözlemlenmesi ve ölçümlerin daha net bir şekilde görülmesi için seçilmiştir. Numuneler kumlanmamış, 25,35, 45, ve 60 s kumlanmıştır ve gözlemlenmek üzere sıralanmıştır.



Şekil 5. Farklı Saniyelerde Kumlanmış Numuneler

Kumlanan numunelerde süre arttıkça daha parlak bir görüntü elde edilmiştir ve kontrol kriteri olarak Tablo 2. De belirtilen kriterler baz alınmıştır.

| Kontrol Kriteri | Kontrol Metodu | İstenilen Özellik |
|------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------|
| Teknik resme uygunluk | Kumpas | Teknik çizime uygun olmalı |
| Çapak kontrolü | Göz | Ürün üzerinde göz ile görülür çapak olmamalı |
| Eş parça kontrolü | Kumpas ve Teknik çizim | Birebir- benzer olmalı |
| Kumlama sonrası yüzey pürüzlülük kriteri | SEM- AFM | 500-2000 μm arasında olmalı [5] |

Tablo2. Firma Kabul Kriterleri

Kumpas ile ölçümü gerçekleştirildiğinde teknik resme uygunluğu karşılaştırıldığında 35 ve 60 s aralığındaki ürünlerin uygun olduğu gözlemlenmiştir. Ve bu numuneler seçilmiştir.

Kumlama işlemi gerçekleştirildikten sonra ürünlerin üzerinde gözle görülür şekilde çapak olmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 6. 35 ve 60 s Kumlanmış Numune

2. YÖNTEM

Numunenin üretim ve işleme aşamaları tamamlandıktan sonra SEM ve AFM cihazları kullanılarak yüzey modifikasyonları gözlemlenmiştir. Yüzeysel parametreler elde edilmiştir.

2.2.1. YÜZEY MODİFİKASYONLARI

2.2.2. SEM GÖRÜNTÜSÜ

Yüzey yapısının morfolojik incelenmesinde SEM cihazı yüksek görüntü vermesinden dolayı yapılan çalışmalarda tercih edildiği gözlemlenmiştir [6, 7]. Seçilen numuneler yüzey topografisinin gözlemlenmesi için ilk olarak üzerinde herhangi bir partikül kalmaması için steril hale getirilmiştir. Steril hale getirilen numuneler titanyum olduğu için parlama yapmamaktadır bu yüzden kaplamaya ihtiyaç duyulmamıştır.

SEM cihazı odaklanmış elektron demetlerinin bir numune yüzeyinin üzerine gönderilip, o yüzeyden görüntü elde edilmesi için kullanılan elektron mikroskop çeşitlerindedir. Elektronlar örnek atomları ile etkileşim haline girerek farklı sinyaller üretir. Sinyaller dedektör tarafından algılanır ve bize yüzey topografisi hakkında bilgi vermektedir. İlk SEM cihazı 1965 yıllarında Stereoscan adıyla DuPont firmasına teslim edilmiştir [8]. SEM cihazı 1000000 kat büyütme özelliğine sahiptir. Yüzeyin 30 mm derinliğine inerek görüntü eldesi sağlamaktadır. Çözünürlük açısından 1nm kadar net bir görüntü eldesi sağlamaktadır.



Şekil 7. SEM-EDX ZEISS EVO 40 Marka SEM Cihazı

2.2.3. ATOMİK KUVVET MİKROSKOBU (AFM)

Biyouyumluluğun gerçekleşebilmesi için yüzey topografyasının belirli bir gözenekli yapıya sahip olması gerekmektedir. Bu gözenekli yapılar kemik hücrelerinin implantın üzerine daha kolay absorbe edilebilmesi için önem arz etmektedir [9, 10]. İmplant üzerindeki porozlu yapılar yapılan çalışmalara göre yüzeydeki pürüzlülüğün belirli oranlarda artması biyouyumluluğu iyi yönde etkilediği görülmüştür [11, 12].

Atomik kuvvet mikroskobu nano ölçekte yüzey topografyasını incelemek için kullanılan yüksek çözünürlüklü bir tarama mikroskobudur.

AFM, 1980'lerin başında Gerd Binnig ve Heinrich Rohrer tarafından geliştirilmiştir [13].

Ölçme konusunda en gelişmiş araçlardan biridir. Bilgiler, mekanik ucun yüzeyi tamamen algılayarak

topladığı verilerdir. Elektronik kumanda üzerinde bulunan piezoelektrik parçalar küçük ve hassas hareketler ile doğruluğu kesin ve hassas bir tarama ile veriler toplanır.

AFM cihazı esnek, silikon bir maniveladan ve yüzeyi taramak için kullanılan sivri nanometre ölçeğinde bir uçtan oluşmaktadır. Maniveladaki bükülme, manivelanın ucundaki sivri uçtan dedektöre yansıtılan lazer ışığı ile ölçüm gerçekleştirilmektedir. Uç, sabit bir yükseklikten tarama yaparsa yüzeye çarpar hasar oluşturma riski artar bu yüzden yüzey ile uç arasındaki mesafeyi sabit tutmak için negatif geri besleme mekanizması kullanılır. X, y, z yönlerine karşılık gelen üç adet piezokristalinler sayesinde tarama gerçekleşir. Böylelikle yüzeysel olarak yapılan taramada da yüzey topografyası elde edilmiş olur.



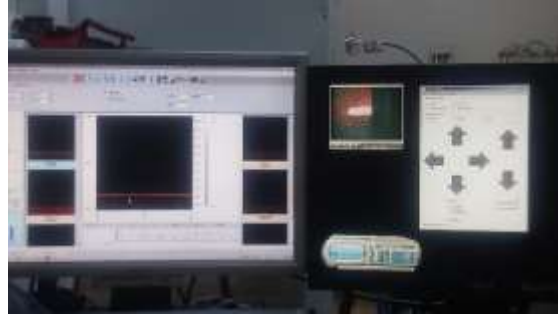
Şekil 8. Nanomagnetics Instruments Marka Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

Numune steril hale getirilerek AFM cihazının haznesine şekil 10'da gösterildiği gibi yerleştirilir



Şekil 9. Numunenin Hazneye Yerleştirilmesi

Hazneye yerleştirilen numune, kristalin uçlara zarar vermemesi için temkinli bir şekilde yaklaşım gerçekleştirilmektedir. Numuneye yaklaşım gerçekleştirildikten sonra tarama başlatılır.



Şekil 10. Numuneye Yaklaşım ve Tarama İşlemi

Tarama kriterleri tablo 3’de belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir.

| Kriter | Aralık | Birim |
|--------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Tarama Alanı | 17.8x15.78359 | μm^2 |
| Çözünürlük | 256x227 | Pixels |
| Tarama Hızı | 5 | $\mu\text{m}/\text{s}$ |
| Ortalama Sayısı | 16 | - |
| PID.Div(Ext In) | P:400 I:1 D:1000 Div:3000 | V |
| Geribesleme Ayar Değeri | Salınım Amp.:1.2 | 2 |
| Ön Gerilim | 0 | |
| Tarama Offset (x,y) | (-2, 2) | μm |
| Tarama Açısı | 0 | |
| Tarama Tipi | Normal Tarama | |
| Dikey Aralık | 1,868286 | mV |
| Dikey Aralık Çözünürlüğü | 6122 | Levels |
| Geribildirim Kanalı | Harici Mod | |
| Görüntü Kanalı | Hall Voltaj | |

Tablo 3. Tarama Kriterleri

Kriterler belirlendikten sonra tarama işlemi başlatılmıştır. Taranan yüzeylerde topografik görüntülerinin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu görüntülerde yüzeylerin girinti çıkıntıları çok net bir şekilde gözlemlenmektedir.

AFM cihazı ile gerçekleşen taramalarda elde edilen iki ve üç boyutlu görüntüler yüzey hakkında bilgiler vermektedir. Bu bilgiler grafiksel olarak tablolara yansıtıldığında en yüksek tepelikleri ve en derin çukurları göstermektedir. Bu en yüksek ve en düşük noktalar yüzey pürüzlülüğünde ki kritik değer aralıklarını bizlere vererek en ideal hücre tutunumunu sağlayacak değerleri belirtmektedir. Çok derin ve çok yüksek çıkıntılar dokuya hasar vererek kemik tutunumunu zorlaştırır ve hücre büyümesini geciktirmektedir. İstenilen değer aralığı 500 ve 2000 μm olarak belirtilmiştir [5].

Yapılan bu çalışmada yüzey pürüzlülük değerleri hesaplanarak aritmetik ortalamaları (R_a), ortalama pürüz yüksekliği (R_z), tüm ölçüm için maksimum yükseklik ve maksimum derinliğin toplamı (R_t) ve R_a değerinin

karekökünün alınarak anlamlı bir değer eldesiyle (R_q) hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

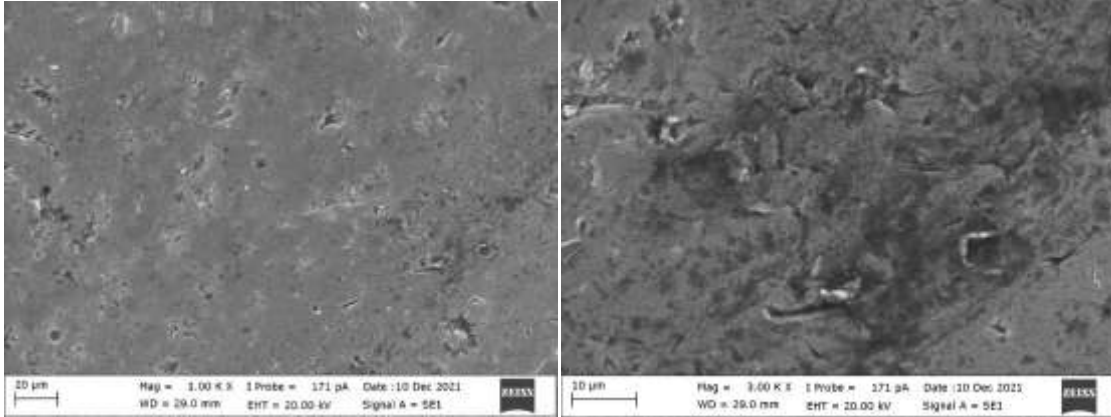
Verilen analizlere göre yüzeyleri kumlanan numuneler daha parlak bir görüntü oluşturmuş ve teknik resme uygunluğu bakıldığında 35 ve 60 s kumlanan numuneler tercih edilmiştir. Yüzeysel topografyaları incelendiğinde ise ilk olarak SEM görüntüleri elde edilmiştir. Daha sonrasında AFM ile yüzey pürüzlülük değerleri hesaplanarak iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüleri elde edilmiştir.

SEM cihazında numune hazneye şeyeştirilmek için Şekil 11'de ki gibi hazırlanmaktadır. Hazneye yerleştirilen numuneler ölçüm için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 11. Numune Hazırlanması

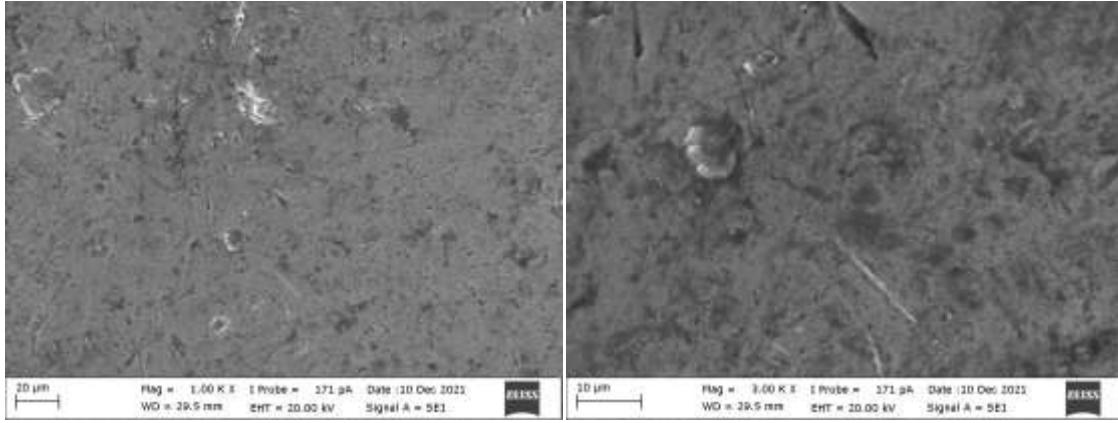
Hazırlanan numuneler için 29mm yaklaşma mesafesinde ve 20 kV gücünde voltaj ivmelendirmesiyle görüntüleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Her bir numune için iki görüntü alınmıştır. 20 μ m mesafesinde 1000x pımı kadar yakından ve 10 μ m mesafesinde 3000 x pımı kadar yakından görüntüler elde edilmiştir.



Şekil 12. 35 Saniye Kumlanmış Numunenin SEM Görüntüsü

İki görüntü incelendiğinde 3000 x pimi mesafesinden alınan görüntü daha yakından olduğu için titanyum yüzeyde kum taneciklerinin meydana getirdiği belirgin kenarlar ve çıkıntılar gözlemlenmiştir.

Aynı şekilde 60 saniyede kumlanan numunene sem görüntüsü incelendiğinde 3000 x pimi mesafesinde titanyum yüzeyde kum taneciklerinin meydana getirdiği daha yumuşak kenarlar ve çıkıntılar olduğu gözlemlenmiştir.

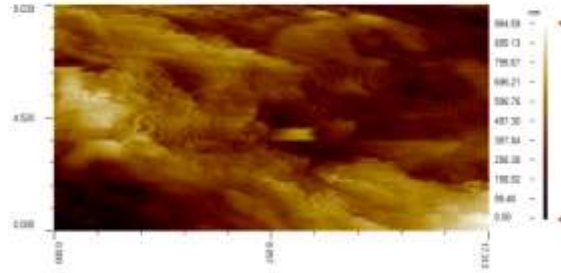


Şekil 13. 60 Saniye Kumlanmış Numunenin SEM Görüntüsü

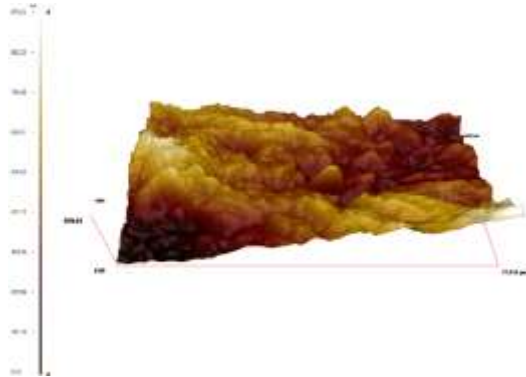
Alınan SEM görüntülerinde titanyum malzemenin kumlama işleminden sonra teknik çizim uygunluğunun yanı sıra yüzeysel olarak bakıldığında 35 ve 60 saniye kumlanması sonrasında keskin kenarlar ve çıkıntıların olmadığı gözlemlenmiş ve dokuya zarar vermeyecek düzeyde olduğu gözlemlenmiştir.

AFM cihazı ile 35 ve 60 saniye kumlanan numunelerin yüzey topografyası incelendiğinde elde edilen görüntüler iki boyutlu ve üç boyutlu şekilde görüntüleri elde edilmiştir.

İlk olarak 35 saniye kumlama işlemi gerçekleşen numuneler incelenmiştir.



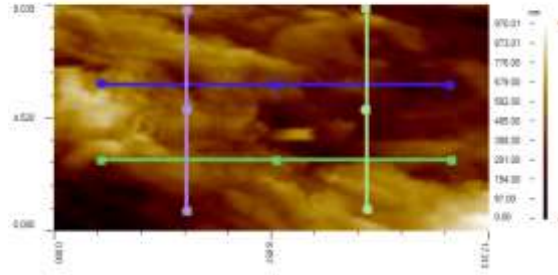
Şekil 14. 35 Saniye Kumlanmış Numunenin 2 Boyutlu Görüntüsü



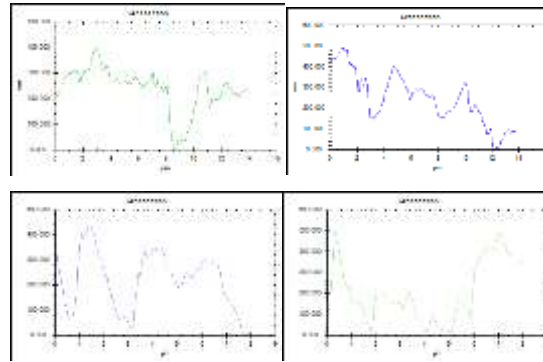
Şekil 15. 35 Saniye Kumlanmış Numunenin 3 Boyutlu Görüntüsü

Yüzeysel topografileri belirtilen 35 saniye kumlanmış numunenin iki boyutlu ve 3 boyutlu görüntüleri elde

edildikten sonra yüzeylerden kesitsel olarak grafısel görüntüler alınmıştır. Bu grafik yüzeydeki girinti çıkıntılarının derinlikleri hakkında bilgiler vermektedir.

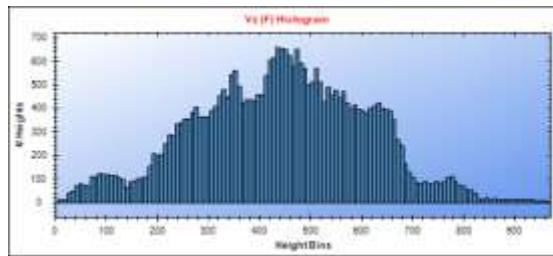


Şekil 16. 35 Saniyelik Numuneden Alınan Kesitler



Şekil 17. 35 Saniyelik Numuneden Alınan Grafikler

Yüzeylerden alınan kesitsel görüntülerde yüzey çıkıntılarının derinlikleri gözlemlenmiştir ve bunlara istinaden Histogram grafiği elde edilmiştir ve numune yüzeyi hakkındaki bilgiyi mantıksal bir sırayla gözlemlenmiştir.



Şekil 18. 35 Saniyelik Numunenin Histogram Grafiği

Bu grafiğe istinaden elde edilen veriler ile yüzey pürüzlülük değerleri hesaplanarak aritmetik ortalamaları (Ra), ortalama pürüz yüksekliği (Rz), tüm ölçüm için maksimum yükseklik ve Ra değerinin karekökünün alınarak anlamlı bir değer eldesiyle (Rq) hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Ra: Aritmetik ortalama sapma

Rz (JIS): 5 tane en yüksek 5 tane en alçak noktanın ortalaması

Rt: Tüm ölçüm uzunluğu için maksimum yükseklik ile maksimum derinliğin toplamı

Rq:Aritmetik ortalalama sapmaların karakökü anlamında bir parametredir

Hesaplamalar:

$Ra (\mu m) = ((P_{alan}+Q_{alan}) / L) \times 1000 / V_q$ ile hesaplanmaktadır.

P: yüksek tepelerin alanlarının toplamı

Q: Düşük çukurların alanlarının toplamı

L: Uzunluğu

V_q : Düşey büyütme değerleri

$Rz = 1/5 [(R_1+R_2+R_3+R_4+R_5) - (R_6+R_7+R_8+R_9+R_{10})] \times 1000 / V_q$ ile hesaplanmaktadır.

R1 den R5 e kadar: En yüksek tepe

R6 dan R10 a kadar: En düşük tepe

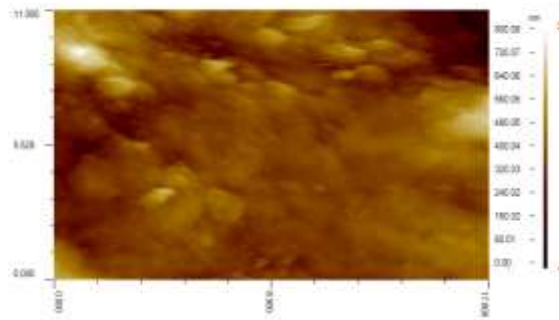
Bu verilere göre Ra, Rz, Rq değerleri tablo 4'te gösterildiği gibidir.

| Parametre | Değeri |
|------------------------|-----------|
| Ra (average) | 139.34 nm |
| Rq (root mean square) | 170.50 nm |
| Rz (ten point height) | 984.95 nm |
| Rsk (skewness) | 0.020 |
| Rku (Kurtosis) | 2.574 |
| Rp (max) | 998.13 |
| Rt (peak to peak) | 998.13 |

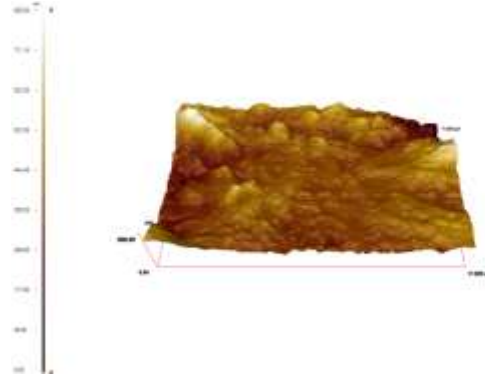
Tablo 4. 35 Saniye Kumlanan Numuneye Ait Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Elde edilen değerler kriter olarak belirlenen değer aralıklarında olduğu için kabul görmüştür.

İkinci olarak incelenen numunemiz ise 60 saniye kumlanan numunedir.

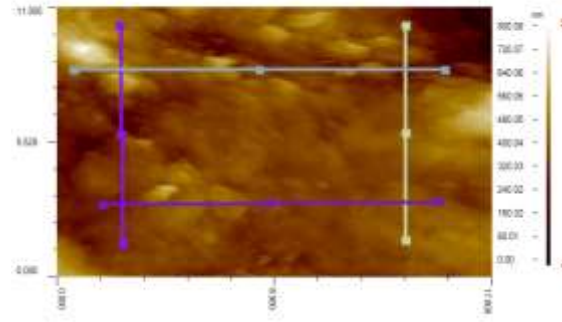


Şekil 19. 60 Saniye Kumlanmış Numunenin 2 Boyutlu Görüntüsü

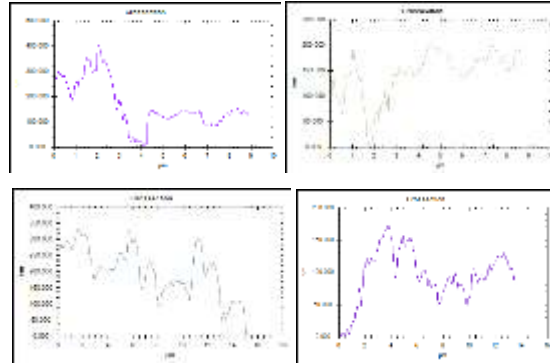


Şekil 20. 60 Saniye Kumlanmış Numunenin 3 Boyutlu Görüntüsü

Yüzeysel topografileri belirtilen 60 saniye kumlanmış numunenin iki boyutlu ve 3 boyutlu görüntüleri elde edildikten sonra yüzeylerden kesitsel olarak grafiksel görüntüler alınmıştır. Bu grafik yüzeydeki girinti çıkıntılarının derinlikleri hakkında bilgiler vermektedir.



Şekil 21. 60 Saniyelik Numuneden Alınan Kesitler



Şekil 22. 60 Saniyelik Numuneden Alınan Grafikler

Yüzeylerden alınan kesitsel görüntülerde yüzey çıkıntılarının derinlikleri gözlemlenmiştir ve bunlara istinaden Histogram grafiği elde edilmiştir ve numune yüzeyi hakkındaki bilgiyi mantıksal bir sırayla gözlemlenmiştir.



Şekil 23. 60 Saniyelik Numunenin Histogram Grafiği

Bu grafiğe istinaden 35 saniye kumlama uygulanan numunede uygulanan formüller uygulanarak elde edilen veriler ile yüzey pürüzlülük değerleri hesaplanarak aritmetik ortalamaları (Ra), ortalama pürüz yüksekliği (Rz), tüm ölçüm için maksimum yükseklik ve ve Ra değerinin karekökünün alınarak anlamlı bir değer eldesiyle (Rq) hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

Bu verilere göre Ra, Rz, Rq değerleri tablo 5'te gösterildiği gibidir.

| Parametre | Değeri |
|------------------------|-----------|
| Ra (average) | 55.26 nm |
| Rq (root mean square) | 78.48 nm |
| Rz (ten point height) | 796.45 nm |
| Rsk (skewness) | -0.190 |
| Rku (Kurtosis) | 5.952 |
| Rp (max) | 814.76 |
| Rt (peak to peak) | 814.45 |

Tablo 5. 60 Saniye Kumlanan Numuneye Ait Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Elde edilen değerler kriter olarak belirlenen değer aralıklarında olduğu için kabul görmüştür.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada kumlama için titanyum implant malzemesi olan çok yönlü konektörün dişi parçası seçilmiştir. Yüzey pürüzlülüklerinin daha net gözlemlenebilmesi için düz bir yapıya sahip olan bu numune seçilmiştir. Proses geçerliliğini doğrulamak için hem montajlı hem de düz bir yüzeydeki pürüzlülük değerinin ölçülmesi için kritik olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı saniyelerde kumlama yapılan numunelerde (Şekil 3) kumlama süresi arttıkça numuneler üzerindeki yüzeyin gittikçe parlak bir yüzey elde edilmiş ayrıca çapak sorunu gözle görülür derecede azaldığı gözlemlenmiştir. Tablo 2 de belirtilen kabul kriterlerini karşılayan teknik resme uygunluk açısından değerlendirildiğinde yüzeysel olarak parlak ve kumpas ile ölçüm sonrası 35 ve 60 saniye aralığında yapılan kumlamalardaki numuneler uygun görülmüştür.

Uygun olarak seçilen bu numunelerden 35 ve 60 saniye baz alınarak yüzeysel topografyası incelenmiştir. Alınan görüntülerde porozlu yüzeyler gözlemlenmiştir (Şekil 13, 14, 18, 19). Yüksek porozlu yüzeyler protein tutumunu kolaylaştırır bu da implant için steril ortamın oluşmasına engel olabilmektedir. Yüzey pürüzlülüğünün artması yüzeyde plak tutunumuna sebebiyet verdiği yapılan bazı çalışmalarda gözlemlenmiştir [16, 17]. İnceleme sonucunda 35 saniyelik kumlama işlemine maruz kalan numunenin, 60 saniyelik kumlama maruz kalan numuneden daha derin çukurlarının olduğu fakat kabul edilebilir derecede olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan bu gözlem esnasında elde edilen bulgular implant yüzeylerinin ve proseslerinin incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Yüzeysel topografyada çukurların ve tepeliklerin keskin ve net bir şekilde olmaması beklenmektedir. Kemik dokunun implant üzerinde hücre ya da doku büyümesinin gerçekleşebilmesi ve vücudun implanta daha çabuk adapte olup absorbe edebilmesi ve hasar vermemesi için gerekli olan bir kriterdir.

Titanyum malzeme her ne kadar ileri imalat yöntemleriyle işlenmiş olsa da doğru prosesler uygulanarak biyomekanik dayanımını güçlendirmeye etki etmektedir. Aynı zamanda titanyum malzeme tek başına biyoyumlu olsa da işlenmesi sebebiyle çeşitli karakteristik özellikler kazandığı için dokuya hasar verebilmektedir.

Bu yüzden implant yüzeyinin yapısı oldukça önemlidir. Protein tutumunu engelleyecek ve osseointegrasyon sağlayabilecek nitelikte yapıların homojen ve istenilen proseslere uygun şekilde imal edilip işlenmesi gerekmektedir.

İleriki yıllarda gelişen teknoloji ve tasarım ekipmanlarıyla beraber yüzey yüzey karakterizasyonunun değişiklikleri bu alan içerisinde oldukça önem arz eden araştırma konularının içerisinde yer alacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Braceras, I., Alava, J.I., Goikoetxea, L., Maeztu, de M.A., Onate, J.I. 2007. "Interaction of Engineered Surfaces With the Living World: Ion Implantation vs. Osseointegration," Surface and Coatings Technology
- 2- Schouten, C., Meijer, G. J., Beucken, Van den J.J.P., Leeuwenburgh, C.G.S., Jonge, T. de L., Wolke, G.C.J., Spauwen, H.M.P., Jansen, J.A. 2010. "In Vivo Bone Response and Mechanical Evaluation of Electrosprayed CaP Nanoparticle Coatings Using the Iliac Crest of Goats as an Implantation Model," Elsevier, Acta Biomaterialia
- 3- Braceras, I., Maeztu, De M.A., Alava, J.I., Escoda, G.C. 2009. "In Vivo Low-Density Bone Apposition on Different Implant Surface Materials," Elsevier
- 4- Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B., Brånemark, P.I. 1981. "A 15-year Study of Osseointegrated Implants in the Treatment of the Edentulous Jaw," International Journal of Oral Surgery
- 5- Albrektsson, T., Wennerberg, A. 2004. "Oral Implant Surfaces: Part 1–Review Focusing on Topographic and Chemical Properties of Different Surfaces and in Vivo Responses to Them," The International Journal of Prosthodontics,
- 6- Kang, B.S., Sul, Y.T., Oh, S.J., Lee, H.J., Albrektsson, T. 2009. "XPS, AES and SEM Analysis of Recent Dental Implants," Acta Biomaterialia
- 7- Luo, X.P., Silikas, N., Allaf, M., Wilson, N.H.F, Watts, D.C. 2001. "AFM and SEM Study of the Effects of Etching on IPS-Empress 2TM Dental Ceramic," Surface Science,
- 8- Görler, O., & Özdemir, A. (2013). Porselen ile titanyumun bağlanma dayanımına Nd-YAG lazerin etkinliğinin incelenmesi. Cumhuriyet Dental Journal.
- 9- Kuboki, Y., Takita, H., Kobayashi, D., Tsuruga, E., Inoue, M., Murata, M., Nagai, N., Dohi, Y., Ohgushi, H. 1998. "BMP-Induced Osteogenesis on the Surface of Hydroxyapatite with Geometrically Feasible and Nonfeasible Structures: Topology of Osteogenesis," Journal Biomedical Material Res.
- 10- Story, B.J., Wagner, W.R., Gaisser, D.M., Cook, S.D., Rust-Dawicki, A.M. 1998. "In Vivo Performance of a Modified CSTi Dental Implant Coating," International Journal Oral Maxillofac Implants

- 11- Pegueroles, M., Aparicio, C., Bosio, M., Engel, E., Gil, F.J., Planell, J.A., Altankov, G. 2010. "Spatial Organization of Osteoblast Fibronectin-Matrix on Titanium Surface— Effects of Roughness, Chemical Heterogeneity and Surface Free Energy," *Acta Biomaterial*,
- 12- Olivares-Navarrete, R., Hyzy, S.L., Hutton, D.L., Erdman, C.P., Wieland, M., Boyan, B.D., Schwartz, Z. 2010. "Direct and Indirect Effects of Microstructured Titanium Substrates on the Induction of Mesenchymal Stem Cell Differentiation Towards the Osteoblast Lineage," *Biomaterials*
- 13- G. Binnig, C. F. Quate, C. Gerber: *Atomic force microscope*. In: *Physical Review Letters*.
- 14- https://tr.wikipedia.org/wiki/Atomik_kuvvet_mikroskobu#cite_ref-1
- 15- Gu'ehennec, L. L., Soueidan, A., Layrolle, P., Amouriq, Y. 2007. "Surface Treatments of Titanium Dental Implants for Rapid Osseointegration,"
- 16- Al-Marzok, M.I., Al-Azzawi, H.J. 2009. "The Effect of the Surface Roughness of Porcelain on the Adhesion of Oral Streptococcus Mutans," *Journal of Contemporary Dental Practice*,
- 17- Bollenl, C.M.L., Lambrechts, P., Quirynen, M. 1997. "Comparison of Surface Roughness of Oral Hard Materials to the Threshold Surface Roughness for Bacterial Plaque Retention: A Review of the Literature,"
- 18- Masuda TT, Yliheikkilva PK, Felton DA, Cooper LF. Generalisations regarding the process and phenomenon of osseointegration. Part I. In vivo studies. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;14:17-29
- 19- www.meditechimplant.com

SİLİNDİRİK DIŞLI ÇARKLARDA ÜÇGEN GÖVDE DOLGUSUNUN OPTİMİZASYONU
OPTIMIZATION OF TRIANGLE BODY FILLING ON CYLINDRICAL GEAR WHEEL

Yüksek Lisans Öğrencisi Hanife KARA

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Battalgazi, Malatya.

ORCID NO: 0000-0003-3087-748X

Doç. Dr. Mahir UZUN

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Battalgazi, Malatya.

ORCID NO: 0000-0002-0907-6875

ÖZET

Dişliler, birçok endüstriyel alanda sıklıkla kullanılan, hareket ve gücün iletilmesinde önemli rol oynayan makine parçalarıdır. Mekanik gücün aktarıldığı makinelerde kullanılan dişli çarklar, kullanıldığı makinelerde toplam ağırlığı önemli ölçüde arttırmaktadır. Bu nedenle dişli üzerine yapılacak hafifletme çalışmaları, dişlilerin yüksek hızda çalışabilme ve yük taşıyabilme kabiliyetlerinin önemli ölçüde arttırmaktadır. Bu çalışmada düz dişli çarkın ağırlığını azaltmak için, dişli gövdesi üzerine üçgen goemetrilere tasarımlar yapılarak, optimum toplam ağırlık belirlenmiştir. Tasarım sürecinde dolgu kalınlıkları 1mm, 1,5 mm ve 2mm ve üçgen kenar uzunlukları 10 mm,12 mm,14 mm olarak belirlenmiştir. İlk olarak dişli çarklar Solidworks paket programında modellenmiştir. Daha sonra dişli çarkların ANSYS programı ile gerilme analizleri gerçekleştirilmiştir. Dişlilerde meydana gelen eşdeğer gerilme (Von-Misses) değerleri sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda 10 mm kenar uzunluğu ve 1 mm dolgu kalınlığında tasarlanan dişli çarkta toplam ağırlığın %49 oranında azaldığı görülmüştür.

(Bu bildiri, İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimi tarafından desteklenen projeden (no: FYL-2021-2747) hazırlanmıştır.)

Anahtar Kelimeler: Düz Dişli Çarklar, Gövde Tasarımı, 3D Modelleme, Sonlu Elemanlar Analizi

ABSTRACT

Gears are machine parts that are frequently used in many industrial areas and play an important role in transmitting motion and power. The gear wheels used in the machines where the mechanical power is transferred significantly increase the total weight of the machines in which they are used. For this reason, the lightening works to be done on the gear significantly increase the ability of the gears to operate at high speed and to carry loads. In this study, in order to reduce the weight of the spur gear wheel, the optimum total weight was determined by making triangular geometric designs on the gear body. During the design process, infill thicknesses were determined as 1mm, 1.5mm and 2mm, and triangular side lengths were determined as 10mm,12mm,14mm. First, the gear wheels were modeled in the Solidworks package program. Then, stress analyzes of the gear wheels were carried out with the ANSYS program. Equivalent stress (Von-Misses) values occurring in gears were investigated by finite element method. As a result of this study, it was observed that the total weight of the gear wheel designed with 10 mm edge length and 1 mm filling thickness decreased by 49%.

Keywords: Spur Gears, Designin of Body, 3D Modeling, Finite Element Analysis

(This paper was produced from project (number: FYL-2021-2747) supported by The Scientific Research Projects (BAP) Unit of İnönü University.)

GİRİŞ

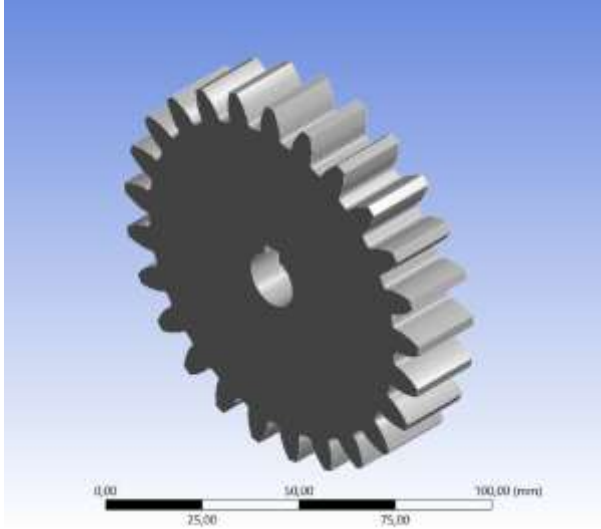
Dişliler birçok endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılan, mekanik gücün aktarımında önemli bir yere sahip makine elemanlarıdır. Mühendislik teknolojisinin ilerlemesi ile birlikte makinelerin bu önemli elemanlarından yüksek hızda çalışması ve daha fazla yük taşıması beklenmektedir.

Venkatesh, Prabhakar ve Prasad (2014) dişli sistemlerinde optimizasyon çalışmasının modül, dişli genişliği ve helis açısının eğilme gerilimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda Lewis matematiksel modeline dayalı hesaplamalar, artan modül, dişli genişliği ve helis açısı ile eğilme stresinin azaldığını gözlemlemişlerdir. James ve John (2012) düz dişlilerden oluşan dört aşamalı bir sistemde tasarım parametrelerinin dinamik gerilmeler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Tasarım parametrelerinden biri olan modül ile dinamik gerilme düzeyinin arttığı görmüşler. Daha sonra kavrama oranındaki bir artışın eğilme stresini azalttığı ve yaklaşık 2.0'lık bir kavrama oranının yorulma mukavemetine olumlu katkı sağladığı ortaya konmuştur. Murali ve Prasad (2016) modül ve basınç açısının temas gerilimi üzerindeki etkileri sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Dişli çiftinin kavrama oranı, dişli geometrisine göre değişmektedir. Modüldeki bir artış, dişli sayısındaki azalma nedeniyle kavrama oranını azaltır; basınç açısındaki bir artışın, kavrama uzunluğundaki bir azalma nedeniyle kavrama oranını azalttığı görülmüştür. Kavrama oranı azaldıkça temas geriliminin arttığı ve yüksek temas geriliminin dişli çiftinin ömrünü kısalttığı tespit edilmiştir. Vishal ve Sunil (2018) helisel dişli çarklarda diş dibi gerilmeleri ve temas gerilmelerini AGMA matematiksel modeliyle ve sonlu elemanlar analiz yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Diş dibi gerilmelerinin ve temas gerilmelerinin artması ile azaldığı sonucuna varmışlardır. AGMA ve sonlu elemanlar yöntemi ile incelenen dişlilerde temas gerilmelerinin birbirine yakın olduğu ama diş dibi gerilmelerinin sonuçlarında farklar olduğu sonucunu varmışlardır. Kapelevich (2000) asimetrik düz dişli çarkın geometrisi ve tasarımı üzerine çalışmıştır. Asimetrik düz dişliler oluşturmak için kremayer kesici takımlar için parametreler önerilmiş ve tasarlanan dişlileri farklı kavrama açılarında imal etmişlerdir. Lin ve Li (2007), sonlu elemanlar yöntemi analizinde temas kısmındaki dişlilerin analizi üzerine çalışmışlardır. Çalışma, statik yükleme altında temas alanındaki yük dağılımı ve kavrama sertliği hakkında bilgiler sunmaktadır. Uzun ve İnan (2015) CAD-CAM ile modellenen yeni tip içbükey-dışbükey dişlilerin CNC freze makinelerinde üretilmesi üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada önerilen yöntemlerden faydalanarak literatürde ilk kez CAD-CAM programları yardımıyla dişlilerin imalat kodları oluşturulmuştur. Dişliler farklı malzemeler kullanılarak imal edilmiş ve gerekli ölçümler yapılarak sunulmuştur. Gea ve Zhang (2018) kenar kalınlığının gerilme ve sapmalar üzerindeki etkisini incelemek için, katı model oluşturulup sonlu eleman analizi yapmışlardır. Çalışma sonunda kenar kalınlığı azalırken maksimum geriliminin arttığı gözlemlenmiştir. Yeşilyurt ve Gu (2003) yaptıkları çalışmada, dişliler için en büyük problemlerden biri olan yorulma hasarının ilk aşaması olan çatlak oluşumunu titreşim analizi kullanarak test etmek için bir yöntem geliştirmişlerdir. Daha sonra modelden elde edilen sonuçlar, gerçek bir ortamında kullanılan örnek bir dişli ile karşılaştırılmış ve sonuçların tutarlı olduğu görülmüştür. Yukarıda verilen literatür çalışmalarını incelendiğinde, dişli çarkların gerilmeleri ve dişli çarkların dişlerinde meydana gelen aşınmaların incelendiği görülmektedir.

Bu çalışmada, dişli ağırlığını en aza indirmek için dişli gövdesine yapılan farklı tasarımları ile optimum toplam ağırlık belirlenmiştir. Düz dişlinin ağırlığını en aza indirmek için dişli gövdesi üzerinde üçgen geometrilerde tasarım yapılmıştır. Tasarım sürecinde dolgu kalınlığı 1 mm, 1,5 mm, 2 mm, altıgen kenar uzunluğu ise 10 mm, 12 mm, 14 mm olarak belirlenmiştir. Başlangıçta, dişli modeli bir CAD programı olan Solidworks'te modellenmiştir. Dişliler daha sonra ANSYS programı kullanılarak gerilme analizine tabi tutulmuştur. Dişlilerde görülen eşdeğer gerilme (Von-Misses) değerleri sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiştir.

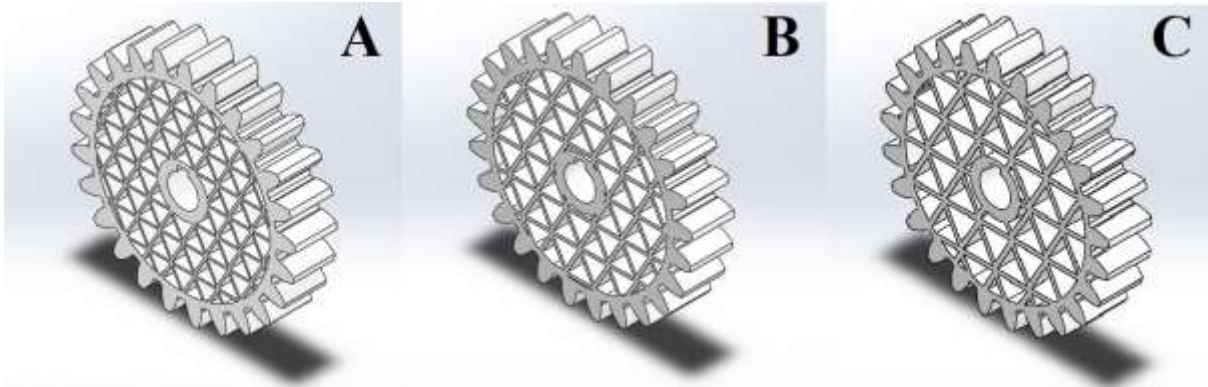
MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, silindirik düz dişli çark kullanılmıştır (Şekil 1.). Modelin oluşturulmasında dişli çarkın tasarım parametreleri olarak modül (m) 4 mm, diş sayısı (z) 25, kavrama açısı (α) 20° , dişli çarkın genişliği 20 mm ve dişli milinin çapı 20 mm olarak belirlenmiştir. Dişli çarkın tasarımı bir CAD programı olan Solidworks'te gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Silindirik Düz Dişli Çarkın CAD Modeli

Birlikte çalışan dişli çarklarda eksenler arası mesafe arttıkça dişlinin ağırlığı da önemli ölçüde artmaktadır. Dişli çarkın toplam ağırlığının fazla olması, birlikte çalıştığı makinelerin ağırlığını arttırmaktadır. Ağırlık artışı toplam ağırlığı etkileyerek çeşitli mukavemet sorunlarına neden olmaktadır. Dişli ağırlığının mümkün olduğu kadar azaltılması bu olumsuzlukları ortadan kaldıracaktır. Dişlinin ağırlığını azaltmaya en müsait kısım, dişlinin büyük kısmını oluşturan dişli gövdesidir. Düz dişli çark modelinin gövdesi üzerine, dişli çarkın ağırlığını minimuma getirebilecek şekilde üçgen geometrilerde tasarımlar gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Bu tasarımlarda üçgen kenar uzunluğu 10mm, 12mm, 14 mm ve dolgu kalınlıkları 1mm, 1.5 mm, 2 mm olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. A.üçgen kenar uzunluğu 10 mm dolgu kalınlığı 1 mm, B. üçgen kenar uzunluğu 12 mm dolgu kalınlığı 1.5 mm, C.Üçgen kenar uzunluğu 14 mm dolgu kalınlığı 2 mm

Dişli Çarkların Sonlu Eleman Modeli

Dişli ağırlığını minimuma düşürecek şekilde tasarladığımız dişli çarklar ile düz dişli çark arasındaki ağırlık ve gerilme değerlerini karşılaştırmak için sonlu elemanlar analizi gerçekleştirilmiştir.

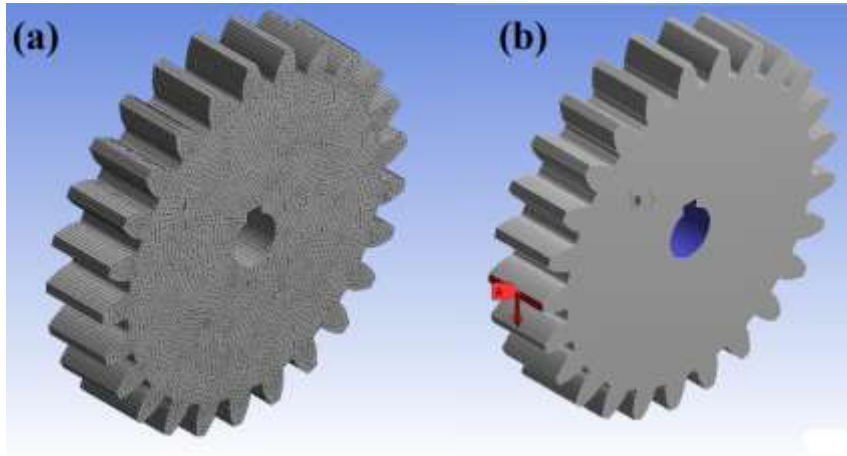
Analizin ilk aşaması olarak Solidworks'te tasarımı yapılan dişli çarklar ANSYS programına import edilmiştir. Sonlu elemanlar analizinin ikinci aşamasında malzeme tanımlaması yapılması gerekmektedir. Daha sonra gerçekleştirilecek olan deneysel doğrulama çalışmaları göz önünde bulundurularak, hem maliyet açısından hemde dişli malzemesi olarak en çok tercih edilen PEEK (polietereterketon) malzemesi özellikleri tanımlanmıştır. Analizi yorumlayabilmek için dişli malzemesinin akma ve kopma gerilmelerinin bilinmesi gerekmektedir. Dişli çarklara tanımladığımız PEEK malzemesinin mekanik özellikleri Tablo1'de verilmiştir.

Tablo 1. PEEK Malzemesinin Mekanik Özellikleri (Uzun, 2012)

| Akma Gerilmesi α_{ak} (N/mm ²) | Akma Gerilmesi Altında Uzama ϵ_s (%) | Kopma Gerilmesi α_k (N/mm ²) | Kopma Gerilmesi Altında Uzama ϵ_r (%) | Darbe Dayanımı a_n (kj/m ²) | Elastisite Modülü E_t (N/mm ²) |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 110 | 4,9 | 75 | 20 | 15 | 4400 |

ANSYS' de sonlu elemanlar analizinin diğer bir aşaması meshleme işlemidir. Elemana atılan mesh işlemi yani ağ yapısı analiz sonuçlarını önemli ölçüde değiştirmektedir. Çalışmamızda ilk olarak default mesh işlemi uygulanmıştır. Daha sonra mash quality'den bu meshleme işleminin yetersiz olduğu görülmüş ve sizing kısmından mesh kalitesi arttırılmıştır.

Mesheleme işlemi doğru bir şekilde tamamlandıktan sonra sınır şartları tanımlanmıştır. Dişli çarkları mil deliğinden sabitlenmiştir. Şekil 3.b de görüldüğü gibi diş profiline kademeli olarak yükleme işlemi gerçekleştirilmiştir.

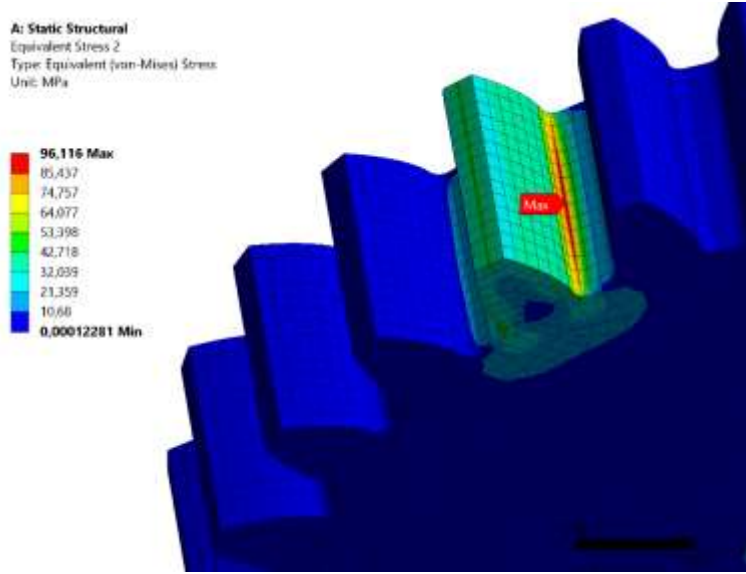


Şekil 3. Sonlu eleman modelindeki dişlinin (a) ağ yapısı(mesh) (b) sınır şartları

Dişli çarklara malzeme, ağ yapısı ve sınır şartları tanımlandıktan sonra, Von Misses Gerilme değerlerini elde edebilmek için modeller çözüme bırakılmıştır.

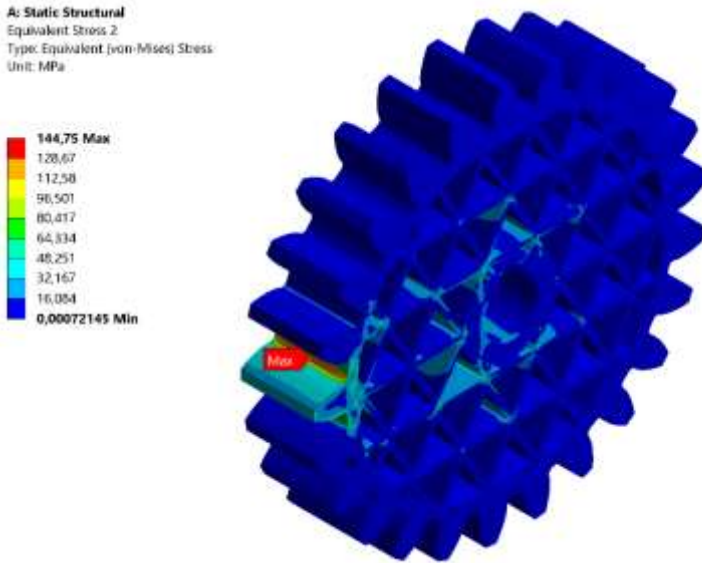
BULGULAR

Statik analizler sonucunda malzeme boşaltma işlemi yapılmayan düz dişlide meydana gelen gerilme dağılımı Şekil 4'te verilmiştir.



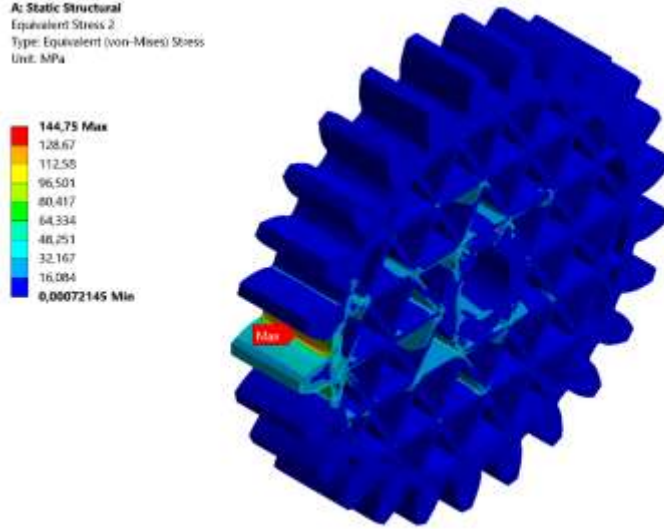
Şekil 4. Düz Dişli modelinin Von-Misses Gerilim Dağılımı

Mevcut literatür çalışmalarında da, bizim düz dişlide yapmış olduğumuz analiz sonuçlarına göre de maksimum gerilmenin diş dibinde meydana geldiği gözlemlenmiştir.



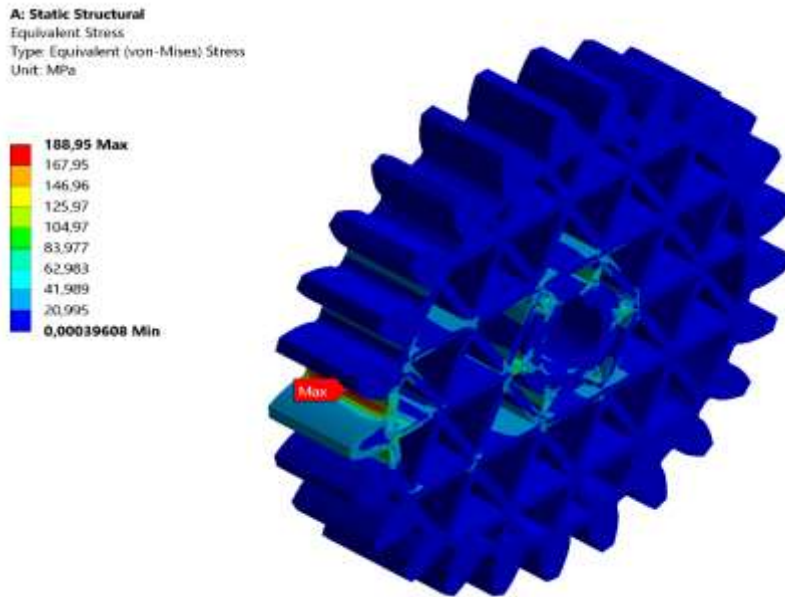
Şekil 5. Üçgen kenar uzunluğu 10 mm dolgu kalınlığı 1 mm olan dişli modelinin Von-Misses Gerilim Dağılımı

Bu modelde gövde tasarım parametresi olarak üçgen kenar uzunluğu 10 mm, dolgu kalınlığı 1mm olarak tanımlanmıştır. Sonlu elemanlar analizi sonucu incelendiğinde maksimum gerilmenin yine dışdibinde olduğu gözlemlenmiştir



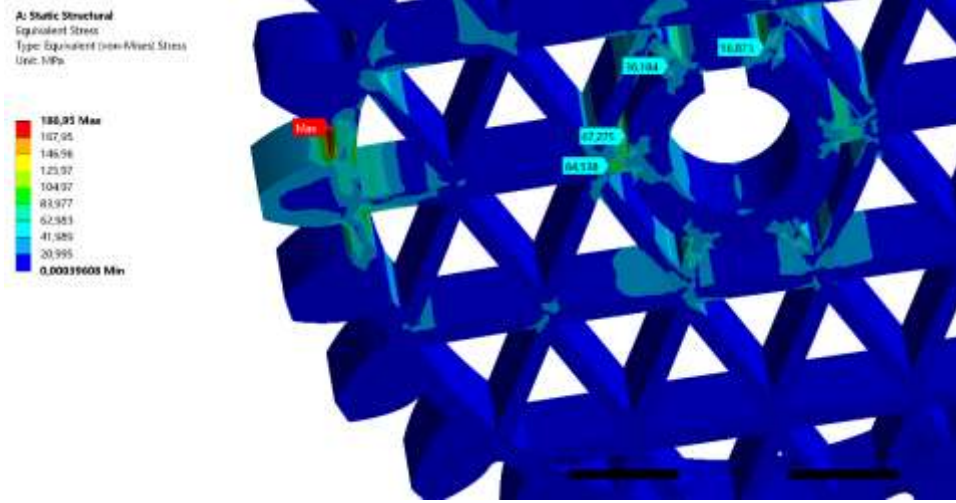
Şekil 6. Üçgen kenar uzunluğu 12 mm dolgu kalınlığı 1.5 mm olan dişli modelinin Von-Misses Gerilim Dağılımı

Bu modelimizde gövde tasarım parametresi olarak üçgen kenar uzunluğu 12 mm, dolgu kalınlığı 1,5 mm olarak tanımlanmıştır. Bu modelde de maksimum gerilme dış dibinde görülmüştür. Her ne kadar gerilmelerin gövdeye doğru kaydığı gözlemlense de akma sınırının altında kaldığı için dişli gövde kısmından herhangi bir hasara uğramamıştır.



Şekil 7. Üçgen kenar uzunluğu 14 mm dolgu kalınlığı 2 mm olan dişli modelinin Von-Misses Gerilim Dağılımı

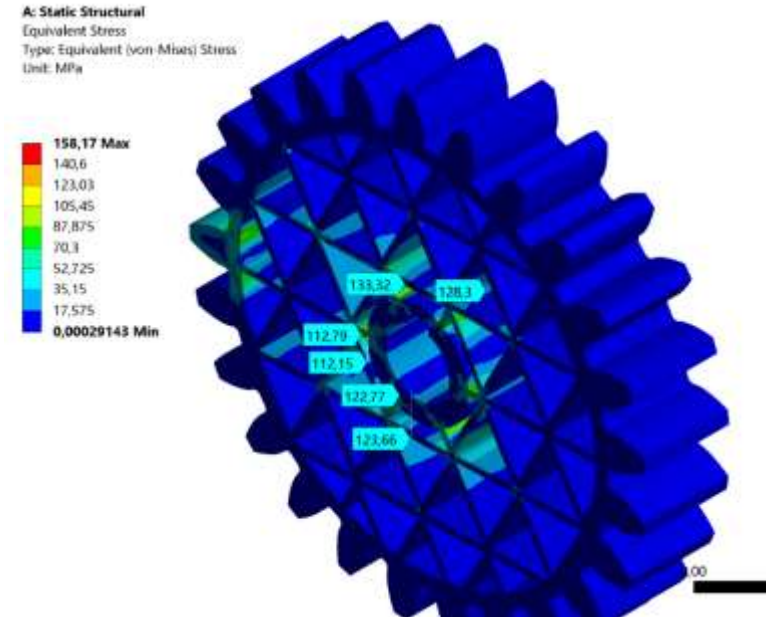
Bu modelimizde gövde tasarım parametresi olarak üçgen kenar uzunluğu 14mm, dolgu kalınlığı 2 mm olarak tanımlanmıştır. Gerilmelerin dişli gövdesine doğru kaydığı görülmüştür fakat bu gerilme değerleri akma sınırının altında olduğu için dişliye herhangi bir zarar vermemektedir(Şekil 8).



Şekil 8. . Üçgen kenar uzunluğu 14 mm dolgu kalınlığı 2 mm olan dişli modelinin göbeğinde meydana gelen gerilmeler

Son modelde gövdeye doğru gerilme artışlarının kaydığı gözlemlenmiştir. ANSYS programında probe atarak okuduğumuz değerler akma gerilmesinin altında kaldığı için mevcut konstrüksiyon tasarımsal olarak uygun görülmüştür.

Aynı modelde dolgu kalınlığı 1,5 mm'ye düşürülerek sonlu elemanlar analizi yapılmıştır. (Şekil 9.)

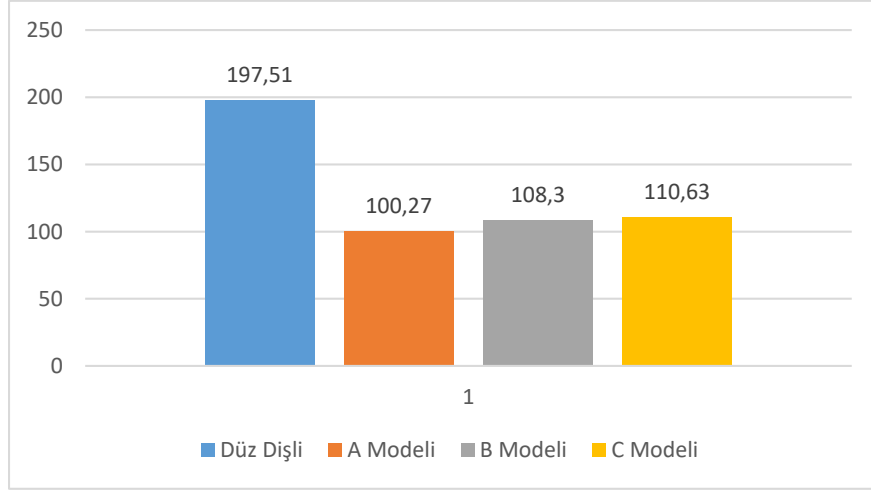


Şekil 9. Dişlinin Gövdeden Kırılması

Yapılan bu analiz sonucunda gövdede kırık gerilmeler meydana gelmiştir. Gövdede meydana gelen kritik gerilmeler akma değerinin üzerinde olduğundan dolayı dişli gövdeden hasara uğramaktadır. Bundan dolayı

bu modelimizde optimum dolgu kalınlığının 2 mm olduğuna karar verilmiştir.

Uygun bulunan tasarım konstrüksiyonlarının ağırlıkları Solidworks programından alınmıştır.



Şekil 10. Dişli Çarkların Ağırlıkları

İşlem görmemiş düz dişli ile diğer modeller karşılaştırıldığında A modelinde toplam dişli ağırlığı %49 oranında çok ciddi bir şekilde azalarak 97,24 gram olmuştur.

SONUÇ

Bu çalışmada dişli gövdesi üzerine üçgen geometrilerde farklı dolgu kalınlıklarında 3 farklı modelin sonlu elemanlar methodu ile ANSYS programında gerilme analizleri gerçekleştirilmiştir.

Bu analizler sonucunda, tamamen dolgulu düz dişlide maksimum gerilmenin dişdibinde meydana geldiği gözlemlenmiştir. Gövdesinden malzeme boşaltma işlemi yapılan dişlilerde, gerilmelerin göbeğe doğru gerilme artışlarının olduğu gözlemlenmiştir. Gerilmeler akma gerilmesinin altında kaldığı sürece optimum ağırlığa ulaşana kadar boşaltma işlemi artırılmıştır. Yapılan tasarım sonucunda, tasarımı yapılan modeller arasında üçgen kenar uzunluğu 10 mm dolgu kalınlığı 1 mm olan dişlide minimum ağırlığa ulaşılmış ve toplam ağırlıkta %49 azalma gerçekleşmiştir.

KAYNAKLAR

- Ge, N., & Zhang, J. (2008). Finite Element Analysis Of Internal Gear In High Speed Planetary Gear Units. *Tianjin University and Springer-Verlag, 14*, 11-15.
- James, K., & Jhon, K. (2012). Effect of gear design variables on the dynamic stress of multistage gears . *Innovative Systems Design and Engineering ISSN 2222-2871, 2*, 30-42.
- Kapelevich, A. (2000). Geometry and design of involute spur gears with asymmetric teeth. *Mechanism and Machine Theory, 35*, 117-130.
- Lin, T., Ou , H., & Li, R. (2007). A Finite Element Method for 3-D Static and Dynamic Contact/Impact Analysis of Gear Drives. . *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 196*(9-12), 1716-1728.

- Murali, M. V., & Ajit, S. L. (2016). Influence of module and pressure angle on contact stresses in spur gears . *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 3, 224,228.
- Uzun, M. (2012). Diş yüzeyleri konkav-konveks evolvent profilli silindirik ve kremayer dişlinin performans karakterlerinin araştırılması. *Doktora Tezi*. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uzun, M., & Inan, A. (2015). Manufacturing the new type concave–convex profile involute gears modeled by CAD–CAM in CNC milling machines. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 37(1), 255-261.
- Vishal, S., & Sunil, K. S. (2018). Finite element analysis of contact and bending stresses in helical gear pair. *International Journal of Engineering Development and Research*, 2, 185-191.
- Wenkatesh, B., Prabhakar, S. V., & Deva, P. S. (2014). Investigate the combined effect of gear ratio, helix angle, facewidth and module on bending and compressive stress of steel alloy helical gear. *3rd International Conference on Materials Processing and Characterisations*, 6, 1865-1870.
- Yesilyurt, I., Gu, F., & Ball, A. D. (2003). Gear tooth stiffness reduction measurement using modal analysis and its use in wear fault severity assessment of spur gears. *NDT & E International*, 36(5), 357-372.

EFFECTS OF *ELF5* AND *FGF21* GENE POLYMORPHISMS ON SOME PERFORMANCE TRAITS IN BROWN SWISS CATTLE

Z. SONMEZ

Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey

M. OZDEMİR

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, 25240 Erzurum, Turkey

ABSTRACT

In this study we aimed to determine molecular marker polymorphism in the *ELF5* (E74-Like Factor 5) and *FGF21* (Fibroblast Growth Factor 21) which affected the performance traits of cattle. We used as material the Brown Swiss breed DNA samples. PCR analysis was made for the three different genes and then DNA samples sequence analysis was applied to some of the samples in each different gene region and were defined its polymorphic regions. In the result of DNA sequence analysis for *ELF5* and *FGF21* gene regions: for the 2. intron of *ELF5* gene; g.65825359 C/T and g.65825499 G/A transitions, for the 5. exon region of *ELF5* gene; G.65825909 T/C, g.65826062 G/A, g.65826123 A/C, g.65826134 C/T; and g.65826138 T/C polymorphic region, for the 1. exon region of the *FGF21* gene; G.55834828 C/G polymorphic region, for the 3. exon region of *FGF21* gene; g.55836088 G/T and g.55836007 C/A polymorphic regions were defined. There was non-significant as statistically the relationship between the polymorphic regions determined for the *ELF5* and *FGF21* gene and lactation milk yields, 305-days milk yields, daily milk yields, lactation times, peak milk yields, peak day yields and average peak milk yields of Brown Swiss breed ($P>0.05$). However, it is suggested to investigate the marker ability of polymorphic regions determined for future studies in the animal breeding.

Keywords: *ELF5*, *FGF21*, polymorphism, milk yield, Brown Swiss

GİRİŞ

Anavatanı İsviçre'nin kuzey doğusundaki Schwyz bölgesi olan Esmer İsviçre sığır ırklarının kökeni Bos Taurus Brachicercostur (Briggs 1980). Esmer ırk sığırların farklı iklim koşullarında yaşayabilme, barınma, bakım ve besleme şartlarına adaptasyonlarının kolay olmaları nedeniyle dünyada geniş alanda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Nitekim Türkiye'de Kars yöresinden Ege bölgesine kadar farklı çevre koşullarında başarıyla yetiştirilmektedir (Özhan 2012). Yüksek süt verimleri ve yetiştirme koşullarının kolay olması nedeniyle Türkiye'de yaygın yetiştirilen Esmer süt sığırları çalışma materyali olarak tercih edilmiştir.

Fibroblast büyüme faktörü 21 (*FGF21*), karbonhidrat ve lipid metabolizmasında temel roller oynayan yeni bir metabolik düzenleyici olarak kabul edilmektedir (Flippo et al.2021). Sığır ırklarında büyüme, gelişme ve verim özellikleri üzerinde etkili Fibroblast büyüme faktörü (*FGF*) Bos tauruslarda 18. kromozom üzerinde kodlanan, üç ekzon içeren ve 209 amino asit uzunluğunda ağırlıklı olarak gelişim ve metabolizma işlevlerini yürüten biyolojik reaksiyonlarda, rol oynayan özellikle karaciğerde yoğun şekilde salgılanan sinyal protein genidir (Ornitz and Itoh 2001; Kharitononkov 2005; Ogawa 2007; Zhang 2008; Itoh and Ornitz 2008; Hondares 2011; Anonymous 2021a).

Epitel-Spesifik ETS Faktör 2; ESE-2a olarak bilinen *ELF5* protein faktör geni sığırlarda 15. kromozom üzerinde bulunur, 9 ekzon ve 7 intron bölgesi içerir ve 255 amino asit kodlar (Anonymous 2021d). *ELF5*

geninin erken embriyogenezis döneminde büyüme üzerinde hamilelik ve laktasyon boyunca meme bezlerinin gelişiminde görev aldığı bilinmektedir (Seth and Watson 2005; Zhou et al., 2005; Tummala and Sinha 2006; Hartmann et al. 2014; Oliver et al. 2012; Xia et al.2018).

Yapmış olduğumuz çalışmada sığırlarda verim özelliklerini etkileyen *ELF5* (E74-Like Faktör 5; Epitel-Spesifik ETS Faktör 5) ve *FGF21* (Fibroblast Growth Factor 21; Fibroblast Büyüme Faktör 21) genlerinin Esmer sığır ırkında sekans analiz yöntemiyle yeni polimorfik bölgeler tanımlamak ve bu bölgelerle elimizde bulunan mevcut verim kayıtları ile ilişkilendirme analizleri yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Erzurum ilinde Esmer ırkı süt yetiştiriciliği yapılan özel firmada doğan ve işletme tarafından kayıt altına alınmış, akrabalık dereceleri düşük 96 adet proje hayvanlarından izole edilmiş DNA örnekleri kullanılmıştır. Qiagen DNA izolasyon kiti (Gentra Systems Minnesota USA) kullanılarak prosedürüne uygun şekilde izolasyonları yapılmıştır.

Primerler literatürler doğrultusunda ilgili genin polimorfik bulunan kısmını kapsayacak şekilde ve ilgili gen bölgelerinin NCBI-GenBank'da mevcut DNA dizilimlerine dayanarak Primer3 plus programları kullanılarak dizayn edilmiştir.

| | <i>FGF21</i> geni primerleri | | |
|-----------|-----------------------------------------|----------------------|---------------|
| Primerler | (5'→3') | | Ürün baz pair |
| 1. Ekzon | F | TCCCAAGAGATCTGGGTGTC | 338 |
| | R | GGCATCATCCGTGTAGAGGT | |
| | R | GAGGCAGGTCCCTCCTTAAC | |
| 3. Ekzon | F | TCTACCAGTCGGAGACCCTG | 256 |
| | R | GACCCAGTACTACACAGCGG | |
| | <i>ELF5</i> geni primer dizileri | | |
| 2. İtron | F | ACCCAGTGAGCCTTGTATGG | 492 |
| | R | AAGCATCACTGCACAGAACG | |
| 5. Ekzon | F | CGTTCTGTGCAGTGATGCTT | 500 |
| | R | CCCAGTCTCCCCAAAGTGTA | |
| | R | GCCCAGTTTTCTATGGCTGA | |
| 7. Ekzon | F | GGGTTGACCGAAGATTAGTG | 475 |
| | R | CCACAGTTACCGATGTGAAA | |

Çizelge 1.1. gen bölgeleri ve primer dizileri

PCR koşulları

PCR amplifikasyonu için toplam hacim 30 µl, HRM-PCR analizi için toplam hacim 25 µl'ye tamamlanacak şekilde çizelge de verilen oranlara göre PCR solüsyonları hazırlanmıştır. PCR amplifikasyon koşulları her bir gen bölgesi için gradient PCR uygulaması ile belirlenmiştir. PCR işleminden sonra amplifikasyon oluşumunu kontrol etmek için %2'lik agaroz jelde ethidium bromürle UV ışığı altında PCR ürünleri standard DNA marker (Standart Genesta 100 bp, USA) kullanılarak baz büyüklükleri ve PCR ürün

oluşumları görüntülenmiştir.

Çizelge 3.4. PCR bileşenleri ve reaksiyonda kullanılan miktarları

| Konsantrasyon/Hacim (Düz PCR) | Konsantrasyon/Hacim HRM-PCR |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| PCR Tamponu (pH:8.5): 5.0 µl (10X) | Reaksiyon mix 2x HRM PCR : 8 µl |
| Primer F: 10 pmol/µl | Primer F: 1 µM |
| Primer R: 10 pmol/µl | Primer R: 1 µM |
| MgCl ₂ : 1.5 mM1.2 µl | Genomik DNA: 100 ng |
| Taq: 0.5-1.0 U | RNase-free water: Toplam hacim 25 µl'ye tamamlanır |
| dNTP: 0.25 mM2.5 µl | |
| Genomik DNA 50-100 ng | |
| ddH ₂ O: Toplam hacim 20 µl'ye tamamlanır | |

PCR optimizasyon koşulları

PCR amflifikasyon koşulları farklı ekzon ve intron bölgeleri içeren FGF21, ELF5 genleri için farklı olmak üzere geni tüm gen bölgeleri için başlangıç denatürasyon sıcaklığı aynı olmak üzere 95 °C'de 5 dak. 1 döngü, son uzama sıcaklıkları 72°C'de 5 dak. ve 1 döngü, ikinci denatürasyon sıcaklıkları, primerlerin bağlanma sıcaklıkları ve yapışma süreleri çizelge de verilmiştir.

| ELF5 | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 2.intron (492bp) | 96°C 45 sn. | 60°C 45 sn. | 72°C 45 sn. |
| 5.ekzon (500bp) | 96°C 45 sn. | 60°C 45 sn. | 72°C 45 sn. |
| 7.ekzon (475 bp) | 96°C 45 sn. | 58°C 45 sn. | 72°C 45 sn. |
| FGF21 | | | |
| 1.ekzon (338 bp) | 95°C 45 sn. | 56°C 45 sn. | 72°C 45 sn. |
| 3.ekzon (256 bp) | 95°C 45 sn. | 58°C 45 sn. | 72°C 45 sn. |
| Döngü Sayısı | 32 | | |

Çizelge 3.5. primerlerin bağlanma sıcaklıkları

İstatistiksel olarak yapılan ilişkilendirme analizinde, Esmer ırkı sığınaına ait gerçek süt verimi, 305 gün süt verimi, laktasyon süresi ve günlük süt verimi gibi süt verim özellikleri kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde Genel Linear Model (Harvey 1990) esas alınarak SPSS paket program kullanılmıştır. Analizlerde ilgili verim özelliği üzerine etkili olduğu düşünülen; genotip, laktasyon sırası, ineğin yaşı ve buzağılama mevsimleri gibi çevre faktörlerinin etkisi değerlendirilmiştir.

Araştırmadaki verim özelliklerine göre aşağıdaki istatistik model kullanılmıştır.

$Y_{ijkl} : \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + f_m + e_{ijklm}$

Y_{ijkl} : Her hangi bir Esmer ineğin ele alınan süt verimi (gerçek süt verimi, 305 günlük süt verimi, laktasyon süresi ve günlük süt verimi) özelliklerinin her hangi biri bakımından değeri,

μ :populasyon ortalaması,

a_i : i. Genotip etkisi ,

b_j : j. Laktasyon sırasının etkisi (j:3; 1. Laktasyon:1, 2. Laktasyon:2, 3. Laktasyon: 3),

c_k : k. Cinsiyetin etkisi (1 dişi, 2 erkek),

d_l : l. Buzağılama mevsiminin etkisi (k:2; 1:kış-ilkbahar, 2:yaz-sonbahar),

f_m : Aşıma açık gün sayısının etkisi (1: 20-60gün, 2: 61-120 gün, 3: 121-145 gün, 4:146-200 gün, 5: 201 gün ve üzeri),

e_{ijklm} : Hata payı.

HRM analiz verilerinin değerlendirilmesi Rotor-Gene Q Real time PCR cihazı ile analiz edilen veriler Rotor-Gene ScreenClust HRM Software programı kullanılarak kontrol grubu bilinmeyen UNSUPERVISED modda kümelendirilmiştir. Elde edilen polimorfik sistemlere ait verilerin kümelendirilmesinde Rotor-Gene ScreenClust HRM Software programı kullanılmıştır.

DNA sekanslama Toplam 96 adet PCR örneği, HRM metoduyla kümelere ayrılmış ve sekans analizleri için her kümeden rastgele 4 numune belirlenmiştir. Gen bölgelerinin küme sayılarına göre sayıları 30-35 arasında değişen numunelere ait DNA örnekleri, ticari DNA sekanslama yapan firmaya gönderilerek her bir örneğin DNA baz dizisi elde edilmiştir.

RESULTS AND DISCUSSION

PCR işleminden sonra amplifikasyonun gerçekleşip gerçekleşmediğini belirlemek için PCR ürünlerinin %2 ve %1'lik agaroz jellerde UV ışığı altında standart kullanılarak bant büyüklükleri ve PCR ürünleri gözlenmiştir (Figure 1, 2 and 3).

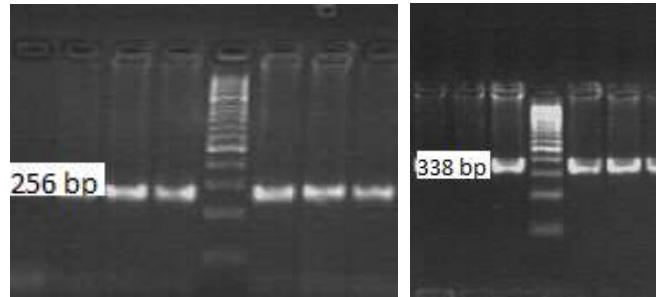
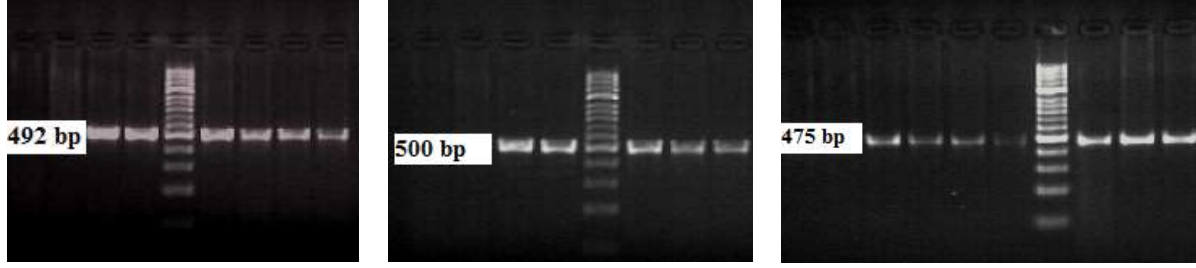


Figure 1. *FGF21* gen bölgelerine ait PCR sonuçları

(Standart Genesta 100 bp DNA markır görüntüleri ile sırasıyla 1.primere çifti 256, 2.primere çifti 338)



Şekil 2. *ELF5* gen bölgelerine ait PCR sonuçları

(Standart Genesta 100 bp DNA markır görüntüleri ile sırasıyla 1. primer çifti 492, 2. primer çifti 500, 3. primer çifti 475 bp)

96 adet Esmer sığır ırkına ait DNA örneklerinin HRMA analizinden geçirilip üç boyutlu temel bileşenler analizine göre kümeler ayrılması ve bu kümelerden rastgele 4 örnek seçilerek *ELF5*, *FGF21* gen ve bölgelerini kapsayan farklı büyüklükteki PCR ürünlerinin dizi analizleri sonucu; *ELF5* geni 2. intron bölgesi için g.65825359 C/T, g.65825499 G/A, *ELF5* geni 5. ekzon bölgesi için g.65825909 T/C, g.65826062 G/A, g.65826123 A/C, g.65826134 C/T ve g. 65826138 T/C olmak üzere 5 farklı polimorfik bölge tanımlanmıştır. 338 baz çifti uzunluğundaki *FGF21* geni 1. ekzon bölgesi için g.55834828 C/G polimorfik bölgesi, 256 baz uzunluğundaki *FGF21* 3. ekzon bölgesinde g.55836088 G/T ve g.55836007 C/A polimorfizmleri belirlenmiştir. Diğer bölgeler için polimorfik diziler tanımlanamamıştır.

Esmer sığına ait gerçek süt verimi, 305 günlük süt verimi, günlük süt verimi, sağım süresi, pik süt verimi, pik gün verimi ve ortalama pik süt verim kayıtları ile *FGF21* geni 1. ekzon bölgesi için tespit edilmiş g.55834828. C/G polimorfik bölgesi, buzağılama mevsimi, laktasyon süresi ve aşımaya açık gün sayısı verileri ile ilişkilendirme analizleri sonucunda, incelenen faktörlerin süt verim kayıtları üzerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($P>0.05$).

Çizelge 4.21. *FGF21* 1.ekzon bölgesi farklı verim özellikleri bakımından en küçük kareler ortalaması ve standart hataları

| Varyasyon Kaynakları | | N | Laktasyon süt verimi | Günlük süt verimi | 305 günlük sütverimi | Sağım süresi | Pik Gün Verimi | Pik Süt Verimi | Ort. Pik Süt Verimi |
|----------------------|-----------|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ |
| g.55834828 C/G | CC | 18 | 4286,7±646,1 | 17,9±1,1 | 5113,5±339,9 | 238,8±35,5 | 48,2±12,0 | 730,2±186,2 | 18,7±1,3 |
| | GG | 15 | 3918,2±7 | 16,9±1,2 | 5006,3±378,7 | 239,0±39,6 | 58,8±13,4 | 756,5±207,4 | 17,6±1,4 |
| Buzağılama Mevsimi | ilkbahar | 2 | 3415,6±1553,0 | 17,7±2,6 | 5324,1±817,1 | 201,7±85,4 | 80,1±28,9 | 1181,7±447,4 | 22,2±3,1 |
| | Kış | 18 | 4262,1±613,4 | 17,7±1,0 | 4985,9±322,8 | 246,2±33,8 | 61,0±11,4 | 934,4±176,7 | 17,0±1,2 |
| | sonbahar | 11 | 3450,1±724,1 | 14,3±1,2 | 4069,6±381,0 | 250,9±39,8 | 65,9±13,5 | 776,9±208,6 | 13,9±1,4 |
| | Yaz | 2 | 5282,1±1519,0 | 20,0±2,5 | 5859,9±799,2 | 256,9±83,6 | 7,0±28,3 | 80,3±437,6 | 19,3±3,0 |
| Aşıma açık gün | 30-100 | 7 | 3135,3±1129,8 | 20,4±1,9 | 5186,5±594,4 | 142,5±62,2 | 19,1±21,1 | 626,7±325,5 | 24,6±2,2 |
| | 101-130 | 8 | 3665,1±1065,0 | 15,9±1,8 | 4877,8±560,3 | 229,1±58,6 | 62,2±19,8 | 404,0±306,8 | 10,65±2,1 |
| | 131-160 | 6 | 3070,9±1117,9 | 18,6±1,8 | 5260,3±588,2 | 163,9±61,5 | 29,1±20,8 | 365,5±322,1 | 19,3±2,2 |
| | 161-200 | 6 | 5268,55±958,2 | 16,0±1,6 | 4997,7±504,1 | 322,5±52,7 | 43,3±17,9 | 712,3±276,1 | 17,7±1,9 |
| | 200 üzeri | 6 | 5372,4±1307,2 | 16,1±2,2 | 4976,9±687,8 | 336,6±71,9 | 113,8±24,4 | 1608,3±376,7 | 18,3±2,6 |
| Laktasyon sırası | 1 | 10 | 4050,9±993,1 | 17,4±1,6 | 5126,6±522,5 | 234,0±54,6 | 48,0±18,5 | 751,1±286,1 | 18,0±2,0 |
| | 2 | 23 | 4154,0±810,0 | 17,5±1,3 | 4993,1±426,2 | 243,9±44,6 | 59,0±15,1 | 735,5±233,4 | 18,2±1,6 |
| Toplam | | 33 | 398,17±2081,2 | 16,8±3,7 | 4725,3±1064,8 | 244,2±119,6 | 61,7±44,7 | 816,8±671,6 | 16,3±6,2 |

ELF5 geninin 2. intron bölgesinde tanımlanmış g.65825359 C/T, g.65825499 G/A polimorfik bölgeleri, buzağılama mevsimi, laktasyon sırası ve aşımaya açık gün sayısı varyasyon kaynakları ile gerçek süt verimi, 305 günlük süt verimi, günlük süt verimi, sağım süresi, pik süt verimi, ortalama pik süt verimi ve pik gün verimleri arasında yapılmış varyans analizi sonuçlarına göre g.65825359 C/T polimorfizmi ile pik gün verim değerleri arasında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Varyans analizi sonuçlarına göre incelemiş olduğumuz Esmer ırkı süt sığırında gerçek süt verimi genel ortalaması $4277,10 \pm 560,20$ kg olarak belirlenmiştir. 33 baş esmer sığır ırkına ait süt verim kayıtları arasında g.65825359 C/T polimorfizminin pik gün verim değerleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Pik gün verimi; pik süt verimi ve ortalama pik süt verimleri genel ortalamaları sırasıyla $27,06 \pm 15,07$ gün, $465,78 \pm 206,19$ kg ve $16,39 \pm 2,14$ kg olarak belirlenmiştir. Polimorfik bölgeler içerisinde en yüksek ortalama pik süt verimi değerleri g.65825359 C/T polimorfik bölgesi için en yüksek TT genotipli bireylerde $17,71 \pm 5,61$ kg, en düşük CT genotipi taşıyan hayvanlarda $15,01 \pm 1,74$ kg olup en yüksek ve en düşük ortalama pik süt verimi değerleri arasındaki fark önemli bulunamamıştır.

Esmer ırkında *ELF5* geni 5. ekzon bölgesi için belirlenmiş polimorfik diziler g.65825359 C/T, g.65825499 G/A ile diğer varyasyon kaynakları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunamamıştır ($P > 0.05$).

Çizelge 4.17. *ELF5* 2. intron bölgesi farklı verim özellikleri bakımından en küçük kareler ortalaması ve standart hataları

| Varyasyon Kaynakları | | N | Laktasyon süt verimi | Günlük süt verimi | 305 günlük sütverimi | Sağım süresi | Pik Gün Verimi | Pik Süt Verimi | Ort. Pik Süt Verimi |
|----------------------|----------|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ |
| g.65825359 C/T | CC | 5 | 4486,84±814,70 | 16,89±1,79 | 4849,15±526,34 | 269,65±44,75 | 64,46±21,91* | 706,50±299,86 | 16,46±3,11 |
| | CT | 26 | 3422,30±455,68 | 15,41±1,00 | 4497,63±294,39 | 227,90±25,03 | 70,17±12,25* | 785,44±167,72 | 15,01±1,74 |
| | TT | 2 | 4922,17±1468,75 | 18,13±3,23 | 5542,03±948,89 | 251,38±80,68 | 53,45±39,50 | -94,60±540,59 | 17,71±5,61 |
| g.65825499 G/A | GA | 10 | 4031,21±656,00 | 16,74±1,44 | 4893,98±423,81 | 243,16±36,03 | 36,03±17,64 | 394,46±241,45 | 15,76±2,51 |
| | GG | 23 | 4523,00±695,65 | 16,88±1,53 | 5031,89±449,43 | 256,13±38,21 | 18,09±18,71 | 537,10±256,04 | 17,02±2,66 |
| Buzağılama Mevsimi | ilkbahar | 4 | 5742,26±973,38 | 19,65±2,14 | 5919,07±628,86 | 280,39±53,47 | 28,17±26,18 | 776,57±358,27 | 20,30±3,72 |
| | kış | 17 | 3109,57±610,62 | 17,80±1,34 | 4830,99±394,49 | 175,66±33,54 | 24,89±16,42 | 381,13±224,75 | 17,32±2,33 |
| | sonbahar | 8 | 3892,08±635,60 | 15,64±1,40 | 4620,90±410,63 | 245,05±34,91 | 35,16±17,09 | 613,37±233,94 | 15,25±2,43 |
| | yaz | 4 | 4364,50±110,97 | 14,15±2,42 | 4480,78±711,28 | 297,48±60,48 | 20,02±29,61 | 92,04±405,23 | 12,70±4,20 |
| Cinsiyet | D | 16 | 3867,72±716,01 | 18,57±1,57 | 5324,24±462,58 | 210,86±39,33 | 7,14±19,26 | 356,97±263,54 | 17,74±2,73 |
| | E | 17 | 4686,49±633,17 | 15,05±1,39 | 4601,63±409,06 | 288,42±34,78 | 46,98±17,03 | 574,59±233,05 | 15,04±2,42 |
| Laktasyon sırası | 1 | 14 | 2677,51±658,72 | 14,51±1,45 | 4137,64±425,57 | 198,90±36,18 | 52,93±17,72 | 611,71±242,45 | 13,28±2,52 |
| | 2 | 19 | 5876,70±817,91 | 19,11±1,80 | 5788,23±528,41 | 300,38±44,93 | 1,19±22,00 | 319,84±301,04 | 19,50±3,12 |
| Aşıma açık gün | 30-90 | 7 | 1762,90±850,46 | 17,13±1,87 | 4518,70±549,44 | 112,96±46,72 | 24,62±22,87 | 544,15±313,02 | 17,99±3,25 |
| | 91-150 | 7 | 3624,31±940,95 | 14,53±2,07 | 4364,08±607,90 | 236,39±51,69 | 67,00±25,31 | 250,24±346,33 | 7,23±3,59 |
| | 151-175 | 7 | 4734,07±995,21 | 18,82±2,19 | 5563,82±643,30 | 247,18±54,70 | -2,62±26,78 | 394,60±366,50 | 18,61±3,80 |
| | 176-250 | 7 | 5753,59±761,85 | 15,23±1,67 | 4776,79±492,20 | 372,94±41,85 | 43,55±20,49 | 729,23±280,41 | 14,32±2,91 |
| | 250 üstü | 5 | 5510,63±1076,25 | 18,33±2,37 | 5591,28±695,32 | 278,75±59,12 | 2,74±28,94 | 410,67±396,13 | 23,80±4,11 |
| Toplam | | 33 | 4277,10±560,20 | 16,81±1,23 | 4962,94±361,92 | 249,64±30,77 | 27,06±15,07 | 465,78±206,19 | 16,39±2,14 |

.; önemsiz, ** P<0.001, * P<0.05

Çizelge 4.19. *ELF5* 5.ekzon bölgesi farklı verim özellikleri bakımından en küçük kareler ortalaması ve standart hataları

| Varyasyon Kaynakları | | N | Laktasyon süt verimi | Günlük süt verimi | 305 günlük süt verimi | Sağım süresi | Pik gün verimi | Pik süt verimi | Ort. pik süt verimi |
|----------------------|----------|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ |
| 65825909 T/C | CC | 9 | 3533,16±822,61 | 16,16±1,70 | 4835,21±431,75 | 224,94±52,72 | 76,10±21,93 | 741,59±236,30 | 14,08±3,72 |
| | TC | 17 | 4199,78±671,83 | 15,73±1,39 | 4827,59±352,61 | 276,45±43,06 | 82,45±17,91 | 877,56±192,99 | 13,57±3,04 |
| | TT | 8 | 2511,08±835,20 | 14,11±1,73 | 4036,39±438,36 | 183,98±53,53 | 42,43±22,27 | 339,62±239,92 | 14,96±3,78 |
| Laktasyon sırası | 1 | 10 | 3609,23±101,83 | 15,32±2,09 | 4636,11±530,01 | 231,61±64,72 | 80,29±26,93 | 983,83±290,08 | 13,38±4,57 |
| | 2 | 24 | 3220,12±687,78 | 15,34±1,42 | 4496,69±360,98 | 225,30±44,08 | 53,70±18,34 | 322,02±197,57 | 15,03±3,11 |
| Aşıma açık gün | 20-60 | 7 | 2928,88±102,68 | 14,93±2,10 | 4279,05±533,60 | 192,86±65,16 | 94,25±27,11 | 919,74±292,05 | 13,36±4,60 |
| | 61-120 | 7 | 2965,69±940,86 | 14,83±1,95 | 4390,79±493,81 | 208,64±60,30 | 68,77±25,09 | 651,20±270,27 | 12,74±4,26 |
| | 121-145 | 7 | 3104,93±915,65 | 15,67±1,89 | 4528,40±480,58 | 203,74±58,69 | 50,30±24,41 | 380,64±263,03 | 12,51±4,15 |
| | 146-200 | 6 | 4418,19±109,50 | 16,35±2,25 | 5208,46±570,25 | 288,90±69,64 | 60,51±28,97 | 759,76±312,11 | 14,95±4,92 |
| | 200 üstü | 7 | 3655,66±114,85 | 14,88±2,36 | 4425,29±599,30 | 248,14±73,19 | 61,14±30,45 | 553,28±328,01 | 17,47±5,17 |
| Buzağılama Mevsimi | ilkbahar | 2 | 3221,07±141,54 | 16,54±2,93 | 5009,57±741,89 | 192,32±90,60 | 35,76±37,69 | 513,23±406,05 | 16,19±6,40 |
| | kış | 17 | 3451,22±549,63 | 15,19±1,14 | 4345,16±288,47 | 230,74±35,23 | 71,69±14,65 | 830,83±157,89 | 13,53±2,49 |
| | sonbahar | 12 | 3583,72±637,36 | 17,69±1,32 | 5089,64±334,52 | 207,52±40,85 | 47,63±16,99 | 795,49±183,09 | 17,27±2,89 |
| | yaz | 3 | 3402,68±128,64 | 11,91±2,64 | 3821,22±670,04 | 283,24±81,82 | 112,90±34,04 | 472,15±366,73 | 9,84±5,78 |

Ö.S.; önemsiz, ** P<0.001, * P<0.05

Çizelge 4.19. (devam)

| Varyasyon Kaynakları | N | Laktasyon süt verimi | Günlük süt verimi | 305 günlük süt verimi | Sağım süresi | Pik gün verimi | Pik süt verimi | Ort. pik süt verimi | |
|----------------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| | | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | |
| 65826123 A/C | AA | 24 | 3258,50±778,38 | 13,77±1,46 | 4121,01±378,99 | 232,01±49,66 | 64,09±20,37 | 549,99±224,40 | 12,74±3,31 |
| | AC | 5 | 3734,28±1043,16 | 16,66±1,96 | 5059,69±507,91 | 247,77±66,55 | 63,79±27,30 | 922,86±300,73 | 14,91±4,43 |
| | CC | 5 | 4115,74±1068,06 | 17,45±2,00 | 5163,07±520,03 | 242,87±68,14 | 92,25±27,95 | 746,29±307,91 | 15,98±4,54 |
| Laktasyon sırası | 1 | 10 | 3405,47±1056,44 | 15,15±1,98 | 4530,99±514,37 | 219,62±67,40 | 75,36±27,64 | 895,79±304,56 | 13,79±4,49 |
| | 2 | 24 | 4000,21±698,49 | 16,76±1,31 | 5031,52±340,09 | 262,16±44,56 | 71,39±18,28 | 583,64±201,37 | 15,30±2,97 |
| Aşıma açık gün | 20-60 | 7 | 3051,97±1108,61 | 15,48±2,08 | 4471,27±539,77 | 198,55±70,72 | 94,38±29,01 | 1009,52±319,60 | 13,69±4,71 |
| | 61-120 | 7 | 3159,03±1060,85 | 15,85±1,99 | 4664,84±516,52 | 208,67±67,68 | 75,50±27,76 | 685,82±305,83 | 13,78±4,51 |
| | 121-145 | 7 | 3224,70±981,85 | 15,30±1,84 | 4483,17±478,05 | 216,44±62,64 | 52,13±25,69 | 441,23±283,06 | 11,63±4,17 |
| | 146-200 | 6 | 4152,18±1179,45 | 15,99±2,21 | 5008,13±574,26 | 270,69±75,24 | 57,73±30,86 | 593,21±340,02 | 15,40±5,01 |
| | 200 üstü | 7 | 4926,31±1189,34 | 17,17±2,23 | 5278,87±579,08 | 310,08±75,87 | 87,13±31,12 | 968,80±342,88 | 18,22±5,05 |
| Buzağılama Mevsimi | ilkbahar | 2 | 3673,39±1531,01 | 18,32±2,87 | 5585,87±745,44 | 204,89±97,67 | 47,35±40,06 | 721,33±441,37 | 17,06±6,50 |
| | kış | 17 | 3681,74±739,56 | 16,60±1,39 | 4762,51±360,08 | 233,31±47,18 | 76,02±19,35 | 943,38±213,21 | 14,77±3,14 |
| | sonbahar | 12 | 3800,70±740,49 | 18,62±1,39 | 5359,01±360,54 | 213,29±47,24 | 51,13±19,38 | 862,71±213,48 | 18,26±3,15 |
| | yaz | 3 | 3655,52±1404,88 | 10,30±2,64 | 3417,63±684,03 | 312,06±89,62 | 119,00±36,76 | 431,45±405,01 | 8,09±5,97 |
| | Toplam | 34 | 3702,84±605,75 | 15,96±1,14 | 4781,25±294,94 | 240,89±38,64 | 73,37±15,85 | 739,71±174,63 | 14,55±2,57 |

Çizelge 4.19. (devam)

| Varyasyon Kaynakları | N | Laktasyon süt verimi | Günlük süt verimi | 305 günlük süt verimi | Sağım süresi | Pik gün verimi | Pik süt verimi | Ort. pik süt verimi | |
|----------------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| | | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | |
| 65826134C/ T | CC | 26 | 3827,11±589,13 | 15,54±1,22 | 4680,69±317,79 | 247,59±38,23 | 63,77±15,55 | 660,40±177,48 | 15,33±2,43 |
| | CT | 6 | 2373,31±1020,83 | 14,69±2,11 | 4300,69±550,65 | 195,41±66,25 | 100,56±26,94 | 887,23±307,53 | 8,08±4,20 |
| | TT | 2 | 3154,48±1614,91 | 15,24±3,33 | 4343,09±871,10 | 200,08±104,80 | 43,32±42,62 | 550,68±486,50 | 20,53±6,65 |
| 65826062G/ A | AA | 2 | 3154,48±1614,91 | 15,24±3,33 | 4343,09±871,10 | 200,08±104,80 | 43,32±42,62 | 550,68±486,50 | 20,53±6,65 |
| | GA | 6 | 2373,31±1020,83 | 14,69±2,11 | 4300,69±550,65 | 195,41±66,25 | 100,56±26,94 | 887,23±307,53 | 8,08±4,20 |
| | GG | 26 | 3827,11±589,13 | 15,54±1,22 | 4680,69±317,79 | 247,59±38,23 | 63,77±15,55 | 660,40±177,48 | 15,33±2,43 |
| Laktasyon sırası | 1 | 10 | 2934,45±1166,83 | 14,73±2,41 | 4307,03±629,40 | 195,63±75,72 | 69,59±30,80 | 877,04±351,51 | 14,70±4,80 |
| | 2 | 24 | 3302,16±801,64 | 15,58±1,65 | 4575,95±432,41 | 233,09±52,02 | 68,85±21,16 | 521,84±241,50 | 14,59±3,30 |
| Aşıma açık gün | 20-60 | 7 | 2141,27±1266,76 | 14,52±2,61 | 4018,26±683,31 | 156,24±82,21 | 101,63±33,43 | 979,83±381,62 | 12,55±5,22 |
| | 61-120 | 7 | 2289,87±1072,39 | 14,39±2,21 | 4152,23±578,46 | 178,19±69,59 | 73,57±28,30 | 672,26±323,06 | 11,74±4,42 |
| | 121-145 | 7 | 3008,08±1116,17 | 15,83±2,30 | 4517,79±602,07 | 194,91±72,43 | 51,93±29,46 | 448,63±336,25 | 13,91±4,60 |
| | 146-200 | 6 | 3801,41±1179,70 | 15,76±2,43 | 4891,07±636,35 | 255,23±76,56 | 47,31±31,14 | 622,99±355,39 | 16,38±4,86 |
| | 200 üstü | 7 | 4350,87±1143,92 | 15,29±2,36 | 4628,08±617,05 | 287,23±74,23 | 71,64±30,19 | 773,50±344,61 | 18,66±4,71 |
| Buzağılama Mevsimi | ilkbahar | 2 | 2658,00±1577,93 | 16,61±3,25 | 4928,36±851,16 | 162,92±102,40 | 48,05±41,65 | 634,80±475,36 | 15,47±6,50 |
| | kış | 17 | 2883,50±705,80 | 14,86±1,46 | 4150,05±380,72 | 203,70±45,80 | 74,55±18,63 | 841,77±212,63 | 13,01±2,91 |
| | sonbahar | 12 | 3414,41±795,61 | 17,41±1,64 | 4927,45±429,16 | 196,30±51,63 | 36,82±21,00 | 726,23±239,68 | 19,32±3,28 |
| | yaz | 3 | 3517,29±1378,15 | 11,75±2,84 | 3760,10±743,39 | 294,53±89,43 | 117,44±36,37 | 594,96±415,18 | 10,78±5,67 |

Çizelge 4.19. (devam)

| Varyasyon Kaynakları | | N | Laktasyon süt verimi | Günlük süt verimi | 305 günlük süt verimi | Sağım süresi | Pik gün verimi | Pik süt verimi | Ort. pik süt verimi |
|-----------------------|----------|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ | $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ |
| 65826138 T/C | TC | 8 | 3043,07±917,12 | 16,42±1,82 | 4799,58±482,52 | 187,25±57,02 | 65,21±24,43 | 614,44±269,69 | 14,90±3,93 |
| | TT | 26 | 3811,79±646,82 | 14,96±1,28 | 4539,56±340,30 | 260,93±40,21 | 72,26±17,23 | 736,00±190,21 | 13,72±2,77 |
| Laktasyon sırası | 1 | 10 | 3096,25±1083,92 | 15,43±2,15 | 4561,69±570,28 | 194,91±67,39 | 70,68±28,88 | 851,86±318,75 | 13,99±4,64 |
| | 2 | 24 | 3758,60±631,59 | 15,96±1,25 | 4777,44±332,29 | 253,27±39,26 | 66,79±16,83 | 498,58±185,73 | 14,63±2,71 |
| Aşıma açık gün | 20-60 | 7 | 2742,98±1097,54 | 15,42±2,17 | 4379,51±577,44 | 173,12±68,23 | 93,22±29,24 | 897,79±322,75 | 13,68±4,70 |
| | 61-120 | 7 | 2593,31±1054,39 | 15,31±2,09 | 4451,30±554,74 | 176,24±65,55 | 64,05±28,09 | 578,88±310,06 | 13,26±4,52 |
| | 121-145 | 7 | 3334,12±935,04 | 16,13±1,85 | 4706,34±491,95 | 212,79±58,13 | 57,26±24,91 | 468,58±274,97 | 12,36±4,01 |
| | 146-200 | 6 | 3809,26±1161,59 | 16,42±2,30 | 5104,41±611,14 | 246,17±72,21 | 48,90±30,94 | 600,30±341,59 | 15,65±4,98 |
| | 200 üstü | 7 | 4657,47±1039,52 | 15,19±2,06 | 4706,29±546,91 | 312,15±64,62 | 80,22±27,69 | 830,56±305,69 | 16,59±4,45 |
| Buzağılama Mevsimi | ilkbahar | 2 | 2986,55±1553,36 | 17,85±3,08 | 5337,01±817,26 | 157,56±96,57 | 39,07±41,38 | 528,92±456,80 | 16,68±6,65 |
| | kış | 17 | 3056,61±721,31 | 15,77±1,43 | 4432,13±379,50 | 195,30±44,84 | 67,27±19,22 | 759,30±212,11 | 14,09±3,09 |
| | sonbahar | 12 | 3297,16±728,41 | 17,96±1,44 | 5104,98±383,24 | 183,96±45,28 | 42,83±19,40 | 731,53±214,20 | 17,69±3,12 |
| | yaz | 3 | 4369,40±1351,61 | 11,20±2,68 | 3804,15±711,11 | 359,55±84,03 | 125,76±36,01 | 681,13±397,47 | 8,76±5,79 |
| | Toplam | 34 | 3702,84±605,75 | 15,96±1,14 | 4781,25±294,94 | 240,89±38,64 | 73,37±15,85 | 739,71±174,63 | 14,55±2,57 |

FGF21, lipoliz, glukoneogenez ve ketogenez gibi enerji mobilizasyonu ile ilgili metabolik yolları uyarır. Bununla birlikte, son çalışmalar, erken laktasyon evresinde ve laktasyon sırasında yüksek verimli süt ineklerinin beslenme yetersizliği, ketozis, Endoplazmik Retikulum stresi ve diğer stres koşullarına daha fazla maruz kalarak enerji yoksunluğu çekmelerinden dolayı FGF21'in süt ineklerinde metabolik enerji düzenlenmesinde, aynı şekilde glukoz ve lipit metabolizmasını düzenlerken insülin hormonunun salınmasını baskılamada rol aldığı bilinmektedir (Graugnard et al.2013; Gessner et al. 2016; Caixeta et al.2019; Krumm et al.2019). Süt ineklerinde erken laktasyon dönemi boyunca plazmada FGF21 geninin ekspresyonunun artması ve plazmada bu hormon düzeyinde artış gözlenmesi ile FGF21 geninin enerji ihtiyacının düzenlenmesinde ve metabolik adaptasyonu sağlamada önemli rol aldığı tahmin edilmektedir (Akbar et al.2015; Eder et al. 2021). Sığırlarda vücut metabolizmasını önemli derecede etkileyen FGF21 geninin Çin sığır ırklarında SNP polimorfizmi ile ekonomik verim özelliklerinin ilişkilendirildiği farklı bir çalışmada 4 polimorfik SNP tespit edilmiştir. Belirlemiş bu SNP'lerden g.297C>G ve g.940C>T SNP'lerinin 18 aylık ineklerde büyüme ve vücut ağırlığı üzerinde önemli derecede etkili olduğu bildirilmiş (Sun et al. 2013), yapmış olduğumuz çalışmada sığırlarda özellikle gelişme ve büyüme üzerinde etkili FGF21 geninin verim kayıtlarının az olması ve sadece süt verim kayıtlarının bulunması nedeniyle incelemiş olduğumuz sığır ırkında tanımlamış olduğumuz polimorfik bölgeleri arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Çiftlik hayvanlarında ELF5 geninin meme bezi gelişimi, süt verimi, meme luminal progenitor hücrelerin alveol kanallarının açılmasında, meme bezlerinde kazein gibi süt proteinlerinin sentezlenmesinin düzenlenmesinde, laktasyon döngüsü boyunca süt salınımını regüle etmede, ELF5 geninin erken embriyogenezis döneminde büyüme üzerinde hamilelik ve laktasyon boyunca meme bezlerinin gelişimi, süt salınımı sırasında amino asit ve glukoz dengesini korumada rol aldığı bilinmektedir (Wang et al.2019; Dai et al. 2018; Xia et al.2017; Guo et al.2017). ELF5 geninin elimizde mevcut az sayıda verim kaydıyla yapmış olduğumuz ilişki analizinde 2. İntron bölgesi için belirlenmiş g.65825359 C/T polimorfik bölgesi ile pik gün verim değerleri arasında ilişkinin anlamlı olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Bu gen için belirlemiş olduğumuz polimorfik bölgeler ile özellikle süt verimi ve meme bezlerinin gelişimi ve büyüklüğü ile ilişkili çok sayıda ve daha fazla bireyde verim kaydı ile yapılacak ilişkilendirme analizlerinde etkinin önemli çıkabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Çeşitli verim özellikleri ile yaşamın her anında gereksinim duyulan çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde değişen ekonomik koşullar ve giderek artan küreselleşme hızı ile tüm dünyada, verim özellikleri yönünden çok yönlü ve daha verimli ırklar elde etme yönüne doğru gidilmektedir. Çiftlik hayvanlarında üretim potansiyelini artırma, verim kalitesini yükseltme ve artan dünya nüfusuna karşı hayvansal potansiyeli artırma amacıyla bilim insanları yeni genetik markırlar, biyobelirteçler ve moleküler analiz yöntemlerini geliştirmek için çalışmalar yapmaktadırlar.

İlişkilendirme analizleri sonucu belirlemiş olduğumuz polimorfik bölgeler ile sadece süt verim kayıtları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Hayvan ıslahı alanında yapılacak çalışmalarda, belirlenen polimorfik bölgelerin farklı ırklar üzerinde ve farklı performans özellikleriyle etkilerinin incelenmesi ve ıslah programlarında markır olarak kullanılabilme potansiyellerinin yüksek olduğu tahmin edilmektedir.

REFERENCES

- Anonymous, 2017b. "<http://www.omim.org/entry>"
- Anonymous, 2017c. "<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp>"
- Anonymous, 2021a. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene>

- Anonymous, 2021d. "http://www.ensembl.org/Bos_taurus/Gene/Summary
- Akbar, H., Batistel, F., Drackley, J. K., & Loor, J. J. (2015). Alterations in hepatic FGF21, co-regulated genes, and upstream metabolic genes in response to nutrition, ketosis and inflammation in Peripartal Holstein cows. *PLoS One*, 10(10), e0139963.
- Krumm, C. S., Giesy, S. L., Caixeta, L. S., Perfield 2nd, J. W., Sauerwein, H., Moore, B. L., & Boisclair, Y. R. (2019). Fibroblast growth factor-21 (FGF21) administration to early-lactating dairy cows. I. Effects on signaling and indices of insulin action. *Journal of dairy science*, 102(12), 11586-11596.
- Baazaoui, I., Bedhiaf-Romdhani, S., Mastrangelo, S., & Ciani, E., 2021. Genome-wide analyses reveal population structure and identify candidate genes associated with tail fatness in local sheep from a semi-arid area. *Animal*, 15(4), 100193.
- Eder, K., Gessner, D. K., & Ringseis, R. (2021). Fibroblast growth factor 21 in dairy cows: current knowledge and potential relevance. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 1-13.
- BonDurant, L. D., and M. J. Potthoff. 2018. Fibroblast growth factor 21: A versatile regulator of metabolic homeostasis. *Annu. Rev. Nutr.* 38:173–196.
- Briggs, H.M. and Briggs, D.M.,1980. *Modern Breeds of Livestock*. Fourth Edition. Macmillan Publishing Co. 1980
- Caixeta, L. S., Giesy, S. L., Krumm, C. S., Perfield 2nd, J. W., Butterfield, A., & Boisclair, Y. R. (2019). Fibroblast growth factor-21 (FGF21) administration to early-lactating dairy cows. II. Pharmacokinetics, whole-animal performance, and lipid metabolism. *Journal of dairy science*, 102(12), 11597-11608.
- Dai, W. T., White, R. R., Liu, J. X., & Liu, H. Y. 2018. Seryl-tRNA synthetase-mediated essential amino acids regulate β -casein synthesis via cell proliferation and mammalian target of rapamycin (mTOR) signaling pathway in bovine mammary epithelial cells. *Journal of dairy science*, 101(11), 10456-10468.
- Fisher, F. M., and E. Maratos-Flier. 2016. Understanding the physiology of FGF21. *Annu. Rev. Physiol.* 78:223–241.
- Gessner, D. K., Schlegel, G., Ringseis, R., Schwarz, F. J., & Eder, K. (2014). Up-regulation of endoplasmic reticulum stress induced genes of the unfolded protein response in the liver of periparturient dairy cows. *BMC veterinary research*, 10(1), 1-9.
- Guo, C. L., Li, Y. T., Lin, X. Y., Hanigan, M. D., Yan, Z. G., Hu, Z. Y., ... & Wang, Z. H. 2017. Effects of graded removal of lysine from an intravenously infused amino acid mixture on lactation performance and mammary amino acid metabolism in lactating goats. *Journal of dairy science*, 100(6), 4552-4564.
- Graugnard, D. E., Moyes, K. M., Trevisi, E. R. M. I. N. I. O., Khan, M. J., Keisler, D., Drackley, J. K., & Loor, J. J. 2013. Liver lipid content and inflammometabolic indices in peripartal dairy cows are altered in response to prepartal energy intake and postpartal intramammary inflammatory challenge. *Journal of dairy science*, 96(2), 918-935.
- Flippo, K. H., & Potthoff, M. J. (2021). Metabolic Messengers: FGF21. *Nature Metabolism*, 3(3), 309-317.
- Hall, T.A. 2005. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl. Acids. Symp. Ser.* 41:95-98.
- Hartmann, A.G., Duval, D. L. and Bradford, A.P., 2014. ETS transcription factors in endocrine systems, *Trends in Endocrinology and Metabolism*, (18), 4 doi:10.1016/j.tem.2007.03.002

- Hondares, E., Iglesias, R., Giralt, A., Gonzalez, F.J., Giralt, M., Mampel, T., Villarroya, F., 2011. Thermogenic activation induces FGF21 expression and release in brown adipose tissue. *J Biol Chem.* 15; 286(15): 12983–12990. doi:10.1074/jbc.M110.215889
- Hu, Z.L., Carissa, A., Park and James M. Reecy, 2019. Developmental progress and current status of the Animal QTLdb. *Nucleic Acids Research*, 44 (D1): D827-D833.
- Itoh, N. and Ornitz, D.M., 2008. Functional Evolutionary History of the Mouse FGF Gene Family. *Developmental Dynamics*, 237:18–27
- Kharitononkov, A., Dunbar, J.D., Bina, H.A., Bright, S., Moyers, J. S., et al., 2008. FGF-21/FGF-21 receptor interaction and activation is determined by beta Klotho. *Journal of Cellular Physiology*;215:1-7
- Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K., 2016. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Mol Biol Evol.* Jul;33(7):1870-4. doi: 10.1093/molbev/msw054. Epub 2016 Mar 22.
- Moura, J., Silva, L., Cruz, M. T. and Carvalho, E., 2013. Molecular and cellular mechanisms of bone morphogenetic proteins and activins in the skin: potential benefits for wound healing. *Arch Dermatol Res.* 305:557–569 DOI 10.1007/s00403-013-1381-2
- Ogawa, Y., Kurosu, H., Yamamoto, M., et al., 2007. Beta Klotho is required for metabolic activity of fibroblast growth factor 21. *Proc Natl Acad Sci USA*;104:7432–7
- Oliver, J. R. Kushwah, R. and Hu, J. 2012, Multiple roles of the epithelium-specific ETS transcription factor, ESE-1, in development and disease, *Laboratory Investigation* 92, 320–330
- Ornitz, D.M. and Itoh, N., 2001. Fibroblast growth factors. *Genome Biol.*, 2, 3005.1–3005.12 doi:10.1186/gb-2001-2-3-reviews3005.
- Özhan, M., Tüzemen, N. Ve Yanar, M. 2012, Büyük Baş Hayvan Yetiştirme, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, yayın no:134, 6. Baskı, Erzurum
- Seabury, C. M., Oldeschulte, D. L., Saatchi, M., Beever, J. E., Decker, J. E., Halley, Y. A., ... & Taylor, J. F., 2017. Genome-wide association study for feed efficiency and growth traits in US beef cattle. *BMC genomics*, 18(1), 1-25.
- Seth, A. and Watson, D.K., 2005. ETS transcription factors and their emerging roles in human cancer. *Eur. J. Cancer* 41, 2462–2478.
- Tummala, R. and Sinha, S., 2006, Differentiation-Specific Transcriptional Regulation of the ESE-2 Gene by a Novel Keratinocyte-Restricted Factor, *Journal of Cellular Biochemistry* 97:766–781
- Wang, F., Van Baal, J., Ma, L., Looor, J. J., Wu, Z. L., Dijkstra, J., & Bu, D., 2019. Relationship between lysine/methionine ratios and glucose levels and their effects on casein synthesis via activation of the mechanistic target of rapamycin signaling pathway in bovine mammary epithelial cells. *Journal of dairy science*, 102(9), 8127-8133.
- Xia, W., Osorio, J. S., Yang, Y., Liu, D., & Jiang, M. F. 2018. Characterization of gene expression profiles related to yak milk protein synthesis during the lactation cycle. *Journal of dairy science*, 101(12), 11150-11158.
- Xia, W., Osorio, J. S., Yang, Y., Liu, D., & Jiang, M. F., 2018. Characterization of gene expression profiles related to yak milk protein synthesis during the lactation cycle. *Journal of dairy science*, 101(12), 11150-11158.
- Xu, L., Yang, L., Zhu, B., Zhang, W., Wang, Z., Chen, Y., ... & Li, J. (2019). Genome-wide scan reveals genetic divergence and diverse adaptive selection in Chinese local cattle. *BMC genomics*, 20(1), 1-

12.

- Zhang, X., Yeung, D.C., Karpisek, M, et al., 2008. Serum FGF21 levels are increased in obesity and are independently associated with the metabolic syndrome in humans. *Diabetes* 2008;57:1246–53.
- Zhou, J., Chehab, R. Tkalcevic, J., Naylor, M.J, Harris, Wilson, J.T, Tsao, S., Tellis, I., Zavarsek, S., et al., 2005. ELF5 is essential for early embryogenesis and mammary gland development during pregnancy and lactation, *The EMBO Journal* 24, 635–644
- Zhou, J., Ng, A. Y. N., Tymms, M. J., Jermiin, L. S., Seth, A. K., Thomas, R. S., Kola, I. 1998. A novel transcription factor, ELF5, belongs to the ELF subfamily of ETS genes and maps to human chromosome 11p13-15, a region subject to LOH and rearrangement in human carcinoma cell lines. *Oncogene* 17, 2719 ± 2732
- Zhou, J., R. Chehab, J. Tkalcevic, M. J. Naylor, J. Harris, T. J. Wilson, S. Tsao, I. Tellis, S. Zavarsek, and D. Xu. 2005. Elf5 is essential for early embryogenesis and mammary gland development during pregnancy and lactation. *EMBO J.* 24:635–644.
- Zhou, L., Myers, A.N., Vandersteen, J.G., Wang, L., Wittwer, C.T., 2004. Closed-tube genotyping with unlabeled oligonucleotide probes and a saturating DNA dye. *Clin. Chem.* 50(8):1328- 35.

ROLE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES IN BIOLOGICAL CONTROL OF AGRICULTURAL PESTS

TARIMSAL ZARARLILAR İLE BİYOLOJİK MÜCADELEDE ENTOMOPATOJEN NEMATODLARIN ROLÜ

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem GÖZEL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale.

ORCID NO: 0000-0000-0000-0000

ÖZET

Entomopatojen nematodlar (EPN'ler), Nematoda Şubesine bağlı Steinernematidae ve Heterorhabditidae familyalarında bulunan, toprakta yaşayan, obligat böcek paraziti organizmalar olup bugüne kadar yaklaşık olarak 96 *Steinernema* ve 21 *Heterorhabditis* türü tanımlanmıştır. Her iki familyadaki nematodlar, Steinernematidler için *Xenorhabdus* ve Heterorhabditidler için *Photorhabdus* cinsindeki bakteriler ile mutualistik bir ilişki içerisindedir. Bu bakterilerin yardımı ile konukçuyu kısa sürede öldürmesi EPN'leri diğer nematodlardan ayırır.

Entomopatojen nematodlar ve onların simbiyotik bakterileri hem topraktaki hem de pestisitler ile kontrol edilmesi zor olan kriptik habitatlardaki zararlı popülasyonunun baskılanmasında önemli biyotik faktörlerdir. Zararlılar ile mücadelede insektisitlerin kullanılması yaygın olarak tercih edilen kontrol yöntemi olmuştur, ancak hedef dışı organizmalar üzerindeki olumsuz etkiler, toprak-su kirliliği, kalıntılar ve böceklerin direnç geliştirmesi nedeni ile tarım endüstrisi tarafından reddedilme oranı artmaktadır. Bundan dolayı çevre dostu kontrol yöntemlerine çok ihtiyaç duyulmakta olup bu kapsamda biyolojik kontrol, entegre zararlı yönetiminin (IPM) bir parçası olarak iyi bir alternatif haline gelmektedir.

Kullanımının güvenli, kitle üretiminin ve uygulanmasının kolay olmasından dolayı, EPN'lere biyokontrol ajanları olarak dünya çapında bir ilgi vardır. Ayrıca, EPN'lerin birçok tarımsal kimyasallar ile uyumlu olabileceği ve bunların kullanımının zararlı kontrolünde nispeten uygun maliyetli bir alternatif sunabileceği de bildirilmektedir. Entomopatojen nematodlardan geliştirilen ve sürdürülebilir tarım için etkili olduğu kanıtlanan birçok ürün vardır, ancak etkili bir ticari formülasyon için bu faydalı organizmaların bulaşıcılık, raf ömrü ve çevresel tolerans gibi bazı özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: *Heterorhabditis* spp., *Steinernema* spp., biyolojik mücadele, sürdürülebilir tarım.

ABSTRACT

Entomopathogenic nematodes (EPNs) are soil-inhabiting, obligate insect parasitic organisms belonging to the Phylum Nematoda from the families Steinernematidae and Heterorhabditidae and approximately 96 *Steinernema* and 21 *Heterorhabditis* species have been described to date. Nematodes in both families have a mutualistic relationship with bacteria in the genera *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* for Steinernematids and Heterorhabditids, respectively. Killing the host within a short period of time by the help of these bacteria differs EPNs from other nematodes.

Entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria are important biotic factor in suppression of pest population both in soil and cryptic habitats which are difficult to control with pesticides. The using of insecticides for pest control has been the control method commonly preferred, but its rejection by agro-industry is increasing, due to negative effects on non-target organisms, soil-water contamination, residues

and development of pests resistance. Therefore environmentally friendly control methods are much in need and in this context biological control is becoming a good alternative, as part of an integrated pest management (IPM).

There is a worldwide interest in EPNs as biocontrol agents since they are safe to use, easy to mass produce and apply. It is also reported that EPNs can be compatible with many agrochemicals and their use can offer relatively cost-effective alternative to pest control. There are some products developed from EPNs that proven to be effective for sustainable agriculture but certain features such as infectivity, shelf life and environmental tolerance of these beneficial organisms need to be improved for an effective commercial formulation.

Keywords: *Heterorhabditis* spp., *Steinernema* spp., biological Control, sustainable Agriculture.

INTRODUCTION

Nematodes are an inhabitant of a wide range of environments such as deserts, mountains, Polar Regions, marines, various soils, lakes, rivers and as parasites inhabiting other animals and plants (Ettema, 1998; De Ley, 2006; Borgonie, García-Moyano, Litthauer, Bert, Bester, van Heerden, Möller, Erasmus and Onstott, 2011). Entomopathogenic nematodes (EPNs) in the genera *Steinernema* and *Heterorhabditis* are well-known biological control agents (Campos-Herrera, 2015) from the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditidae) (Ley and Blaxter, 2002). So far approximately 96 *Steinernema*, 1 *Neosteinernema*, and 21 *Heterorhabditis* species have been described (Lewis and Clarke, 2012; Shapiro-Ilan, Arthurs and Lacey, 2017; Shapiro-Ilan, Hiltbold and Lewis, 2018).

Entomopathogenic nematodes parasitize and kill insects thus they have proven excellent biocontrol agents of important pests of soil, foliar, and cryptic habitats (Askary, 2010; Askary and Abd-Elgawad, 2017). First discovered in the 1920s, EPNs received increasing interest starting in the 1950, and their commercialization started in the 1980s. Researchers all over the world are studying to improve the efficacy of EPNs against insect pests in the field conditions through the artificial selection; isolation, identification and collection of new native species and genetic improvement in isolates (Gaugler, 1997; Hiltbold, 2015).

BIOLOGY AND LIFE CYCLE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES

All known EPN species have a similar biology, their life cycle is characterized by an egg stage, four juvenile stages, and an adult stage. The only stage that survives outside of a host is the non-feeding, nondeveloping third stage infective juvenile (IJ) or dauer juvenile. Infective juveniles use environmental and host cues to locate, recognize and accept insects as potential hosts. They enter a host through natural openings (mouth, anus, spiracles) or directly penetrate through thin parts of the cuticle (*Heterorhabditis*) (Kaya and Gaugler, 1993). Infective juveniles enter into the insect host, reach the hemocoel, and release symbiotic bacteria from their gut. Entomopathogenic nematodes are mutually associated with bacteria of the family Enterobacteriaceae; the bacterium carried by Steinernematidae is usually a species of the genus *Xenorhabdus*, and that carried by Heterorhabditidae is a species of *Photorhabdus*. The association between nematode and bacterium is highly specific. Various toxic and immunosuppressive compounds are released by bacteria that cause septicemia, resulting in death of the host insect (Liao, Gao, Li, Wang and Shan, 2017). Both the bacteria and the nematode reproduce within the dead host for 7-15 days, depending on the species and environmental conditions, until a new generation of IJs massively emerge to start the cycle again. Steinernematids and Heterorhabditids have similar life cycles, and the only difference between their life cycles occurs in the first generation. *Steinernema* species are amphimictic whereas *Heterorhabditis* species are hermaphroditic.

HOST RANGE OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES

In laboratory conditions, *S. carpocapsae* alone infected more than 250 species of insects from over 75 families in 11 orders (Poinar, 1975). Potential of EPNs as insecticidal agents has been tested against a wide range insect species by many researchers all over the world. They have been used with different success against insect pests occurred in different habitats. Much success has been obtained against soil-dwelling pests or pests in cryptic habitats such as inside galleries in plants where IJs find excellent atmosphere to survive and protect themselves from environmental factors.

Some nematode species search for hosts at or near the soil surface (*S. carpocapsae* and *S. scapterisci*), referred to as “ambusher”, which remains nearly sedentary while waiting for the mobile surface-dwelling hosts (Campbell and Gaugler, 1993), whereas others are adapted to search deeper in the soil profile (*H. bacteriophora* and *S. glaseri*) referred to as “cruiser” which is highly mobile, responds strongly to long-range host chemical cues, and is therefore best adapted to find sedentary hosts (Grewal, Lewis, Gaugler and Campbell, 1994). Some of the most commercially produced and successfully applied nematodes include *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. kraussei*, *S. riobrave*, *S. scapterisci*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *H. indica*, and *H. megidis* (Table 1).

Table 1. Currently commercialized entomopathogenic nematode species

| <i>Heterorhabditis</i> spp. | Continent* | <i>Steinernema</i> spp. | Continent* |
|-----------------------------|------------|-------------------------|------------------------|
| <i>H. bacteriophora</i> | EU, NA | <i>S. carpocapsae</i> | AS, AU, EU, NA, SA, AF |
| <i>H. indica</i> | NA | <i>S. feltiae</i> | EU, NA |
| <i>H. marelata</i> | NA | <i>S. kraussei</i> | EU, NA |
| <i>H. megidis</i> | EU, NA | <i>S. kushidai</i> | AS |
| <i>H. zealandica</i> | AU, NA | <i>S. longicaudum</i> | AS |
| | | <i>S. riobrave</i> | NA |
| | | <i>S. scapterisci</i> | NA |
| | | <i>S. scarabaei</i> | NA |

*AF, Africa; AS, Asia; AU, Australia; EU, Europe; NA, North America; SA, South America.

MASS PRODUCTION, FORMULATION AND APPLICATION OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES

Entomopathogenic nematodes are currently produced by different methods. There are three basic methods for commercial production of EPNs: *in vivo* production, *in vitro* solid fermentation and *in vitro* liquid fermentation. Liquid fermentation is considered to have the most efficient economy of scale thus most commercial EPN production occurs using liquid fermentation (Shapiro-Ilan, Han and Dolinski, 2012).

The infective stages of nematodes are formulated into products to increase their shelf life, storage, transport and application (Grewal, 2002; Strauch, Niemann, Neumann, Schmidt, Peters and Ehlers, 2000; Askary and Ahmad, 2017). Several factors including carriers, additives, temperature, moisture content, oxygen, UV-ray protectors and IJ concentrations play a crucial role in successful EPN formulations (Feng and Han, 2005; Grewal and Peters, 2005; Shapiro-Ilan, Han and Dolinski, 2012; Peters, 2016; Cruz-Martínez, Ruiz-Vega, Matadamas-Ortiz, Cortes-Martínez and Rosas-Díaz, 2017; Guo, Yan and Han, 2017).

There are different formulations of commercially developed EPNs such as aqueous suspension, sponge, alginate capsules, dispersible granules and clays but the formulation type should be optimized according to the nematode strain and culture methods (Hussein and Abdel-Aty, 2012). The most preferred formulations are those that are user-friendly and can be easily added to the tank and sprayed.

Entomopathogenic nematodes can be applied with nearly all agronomic or horticultural ground equipments such as sprayers, mist blowers, and electrostatic sprayers or as aerial sprays (Georgis, 1990; Wright, Peters, Schroer and Fife, 2005; Shapiro-Ilan, Gouge, Piggott and Fife, 2006), but the type of equipment depends on the cropping system, area of application, agitation, volume and nozzle type etc. (Grewal, 2002; Fife, Derksen, Ozkan and Grewal, 2003; Fife, Ozkan, Derksen, Grewal and Krause, 2005; Wright, Peters, Schroer and Fife, 2005; Shapiro-Ilan, Gouge, Piggott and Fife, 2006; Lara, Dolinski, Fernandes de Sousa and Figueiredo Daher, 2008). Several biotic and abiotic factors play an important role in success of nematode application. Infectivity and survival ability of EPNs are mediated by abiotic (type of soil, humidity, temperature, etc.), and biotic factors (inter and intraspecific competition, natural enemies, predators, etc.) (Stuart, Barbercheck and Grewal, 2015).

In general, the survival and activity of nematodes is higher in sandy-loam soils than clay soils (Kaya, 1990). Soil temperature can also affect the efficacy of nematodes, soil temperature between 12 and 28 °C is optimum for application (Kaya, 2002). Further, UV radiations are detrimental to nematodes when applied to the soil. Therefore it is necessary to apply nematodes during evening or morning hours. Generally, EPNs are applied to soil at a minimum rate of 2.5×10^9 IJs/ha ($=25/\text{cm}^2$) or higher depending on the target pest (Georgis and Hague, 1991; Georgis, Dunlop and Grewal, 1995; Shapiro-Ilan, Gouge and Koppenhöfer, 2002). Proper match of the nematode to the host entails virulence, host finding and ecological factors are essential before application to the field. Matching the appropriate nematode host-seeking strategy with the pest is essential, because poor host suitability has been the most common problem occurred in application of EPNs (Gaugler, 1999).

CONCLUSIONS

Despite of being regarded as a threat to agriculture some nematodes are beneficial for agriculture in some ways. Entomopathogenic nematodes have been searched from almost all the continents with the exception of Antarctica. They are safe to plants and vertebrates, and despite worldwide application in the field, garden and pasture, no significant acute or chronic toxicity to human or other vertebrate populations has been established. EPNs have great potential to kill the wide range of insect pest due to the associated mutualistic bacteria. The target insects of EPNs comprise a wide range of pests belonging to foliar, soil surface, cryptic, and subterranean habitats. EPNs can be a promising alternative for integrated pest management program.

REFERENCES

- Askary, T. H. (2010). Nematodes as biocontrol agents. In: Lichtfouse, E. (ed.) *Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science*. Springer, The Netherlands, pp. 347-378.
- Askary, T. H., & Ahmad, M. J. (2017). Entomopathogenic nematodes: mass production, formulation and application. In: Abd-Elgawad MMM, Askary TH, Coupland J (eds) *Biocontrol agents: entomopathogenic and slug parasitic nematodes*. CAB International, UK, pp 261-286.
- Askary, T. H., & Abd-Elgawad, M. M. M. (2017). Beneficial nematodes in agroecosystem: a global perspective. In: Abd-Elgawad MMM, Askary TH, Coupland J (eds) *Biocontrol agents: entomopathogenic and slug parasitic nematodes*. CAB International, UK, pp 3-25.
- Boemare, N. (2002). Interactions between the partners of the entomopathogenic bacterium nematode complexes, *Steinernema-Xenorhabdus* and *Heterorhabditis Photorhabdus*. *Nematology*, 4 (5), 601-603.
- Borgonie, G., García-Moyano, A., Litthauer, D., Bert, W., Bester, A., van Heerden, E., Möller, C., Erasmus, M., & Onstott, T. C. (2011). Nematode from the terrestrial deep subsurface of South Africa. *Nature*, 474 (7349), 79.

- Campbell, J. F., & Gaugler, R. (1993). Nictation behaviour and its ecological implications in the host search strategies of entomopathogenic nematodes (*Heterorhabditidae* and *Steinernematidae*). *Behaviour*, 126, 155-169.
- Campos-Herrera, R. (2015). Nematode pathogenesis of insects and other pests - ecology and applied technologies for sustainable plant and crop protection. Series: Sustainability in Plant and Crop Protection., A. Ciancio (series Ed.). Vol 1, Switzerland: Springer International Publishing, pp. 530.
- Cruz-Martinez, H., Ruiz-Vega, J., Matadamas-Ortiz, P. T., Cortes-Martinez, C. I., & Rosas-Diaz, J., (2017). Formulation of entomopathogenic nematodes for crop pest control: a review. *Plant Protect. Sci.*, 53, 15-24.
- De Ley, P. (2006). A quick tour of nematode diversity and the backbone of nematode phylogeny. In: *WormBook*.
- Ettema, C. H. (1998). Soil nematode diversity: Species coexistence and ecosystem function. *J. Nematol.*, 30, 159-169.
- Feng, S. P., & Han, R. C. (2005). Advances in storage and formulation of entomopathogenic nematodes *Steinernema* and *Heterorhabditis*. *Plant Prot.*, 31, 20-25.
- Fife, J. P., Derksen, R. C., Ozkan, H. E., & Grewal, P. S. (2003). Effects of pressure differentials on the viability and infectivity of entomopathogenic nematodes. *Biol. Contr.*, 27, 65-72.
- Fife, J. P., Ozkan, H. E., Derksen, R. C., Grewal, P. S., & Krause, C. R. (2005). Viability of a biological pest control agent through hydraulic nozzles. *Transac. ASAE*, 48, 45-54.
- Gaugler, R. (1997). Ecology in the service of biological control: the case of entomopathogenic nematodes. *Oecologia*, 109, 483-489.
- Gaugler, R. (1999). Matching nematode and insect to achieve optimal field performance. In Polavarapu S. (Ed.) *Workshop Proceedings: Optimal use of Insecticidal Nematodes in Pest Management*, Rutgers University, pp. 9-14.
- Georgis, R. (1990). Formulation and application technology. In: Gaugler, R., Kaya, H.K. (Eds.), *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press Inc, Boca Raton, pp. 173-191.
- Georgis, R., & Hague, N. G. M. (1991). Nematodes as biological insecticides. *Pesticide Outlook*, 3, 29-32.
- Georgis, R., Dunlop, D. B., & Grewal, P. S. (1995). Formulation of entomopathogenic nematodes. Pp. 197-205 in F. R. Hall, and J. W. Barry, eds. *Biorational Pest Control Agents: Formulation and Delivery*. Washington, DC: American Chemical Society.
- Grewal, P. S., Lewis, E. E., Gaugler, R., & Campbell, J. F. (1994). Host finding behavior as a predictor of foraging strategy in entomopathogenic nematodes. *Parasitology*, 108, 207-215.
- Grewal, P. S. (2002). Formulation and application technology. In: Gaugler, R. (ed.) *Entomopathogenic Nematology*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 265-287.
- Grewal, P. S., & Peters, A. (2005). Formulation and quality. In: Grewal, P.S., Ehlers, R.-U., Shapiro-Ilan, D.I. (Eds.), *Nematodes as Bio-Control Agents*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 79-90.
- Guo, W., Yan, X., & Han, R. (2017). Adapted formulations for entomopathogenic nematodes, *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. *Nematology*, 19 (5), 587-596.
- Hiltpold, I. (2015). Prospects in the application technology and formulation of entomopathogenic nematodes for biological control of insect pests. In: Campos-Herrera, R. (Ed.), *Nematode Pathogenesis of Insects and Other Pests: Ecology and Applied Technologies for Sustainable Plant and Crop*

- Protection. Springer, pp. 187-206.
- Hussein, M. A., & Abdel-Aty, M. A. (2012). Formulation of two native entomopathogenic nematodes at room temperature. *J. Biopestic.*, 5, 23-27.
- Kaya, H. K. (1990). "Soil ecology," in *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, eds R. Gaugler and H. K. Kaya (Boca Raton, FL: CRC Press), 93-115.
- Kaya, H. K., & Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic nematodes. *Annu. Rev. Entomol.*, 38, 181-206.
- Kaya, H. K. (2002). Natural enemies and other antagonists. In: Gaugler, R. (Ed.), *Entomopathogenic Nematology*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 189-204.
- Lara, J. C., Dolinski, C., Fernandes de Sousa, E., & Figueiredo Daher, E. (2008). Effect of mini-sprinkler irrigation system on *Heterorhabditis baujardi* LPP7 (Nematoda: Heterorhabditidae) infective juvenile. *Sci. Agric.*, 65, 433-437.
- Ley, P. D., & Blaxter, M. (2002). Systematic position and phylogeny. In: Lee, D. (Ed.), *The Biology of Nematodes*. Taylor & Francis, pp. 1-30.
- Lewis, E. E., & Clarke, D. J. (2012). "Nematode parasites and entomopathogens," in *Insect Pathology*, eds E. F. Vega and H. K. Kaya (Amsterdam: Elsevier), 395-424.
- Liao, C., Gao, A., Li, B., Wang, M., & Shan, L. (2017). Two symbiotic bacteria of the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis* spp. against *Galleria mellonella*. *Toxicon*, 127, 85-89.
- Peters, A. (2016). Formulation of nematodes. In: Glare, T.R., Moran-Diez, M.E. (Eds.), *Microbial-based Biopesticides: Methods and Protocols*. Springer, New York, USA, pp. 121-135.
- Poinar, Jr., G. O. (1975). *Entomogenous nematodes, a manual and host list of insect-nematode associations*. Leiden, E.J. Brill, 254p.
- Shapiro-Ilan, D. I., Gouge, D. H., & Koppenhöfer, A. M. (2002). Factors affecting commercial success: Case studies in cotton, turf and citrus. Pp. 333-356 in R. Gaugler, ed. *Entomopathogenic Nematology*. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Shapiro-Ilan, D. I., Gouge, D. H., Piggott, S. J., & Fife, J. P. (2006). Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. *Biol. Contr.*, 38, 124-133.
- Shapiro-Ilan, D. I., Han, R., & Dolinski, C. (2012). Entomopathogenic nematode production and application technology. *J. Nematol.*, 44, 206-217.
- Shapiro-Ilan, D. I., Arthurs, S. P., & Lacey, L. A. (2017). "Microbial control of arthropod pests of orchards in temperate climates," in *Microbial Control of Insect and Mite Pests*, ed L. A. Lacey (Amsterdam: Elsevier), 253-267.
- Shapiro-Ilan, D. I., Hiltbold, I., & Lewis, E. E. (2018). "Ecology of invertebrate pathogens: nematodes," in *Ecology of Invertebrate Diseases*, ed A. E. Hajek and D. I. Shapiro-Ilan (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Ltd.), 415-440.
- Strauch, O., Niemann, I., Neumann, A., Schmidt, A. J., Peters, A., & Ehlers, R. U. (2000). Storage and formulation of the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis indica* and *Heterorhabditis bacteriophora*. *Biocontrol*, 54, 483-500.
- Stuart, R. J., Barbercheck, M. E., & Grewal, P. S. (2015). "Entomopathogenic nematode in the soil environment: distributions, interactions and the influence of biotic and abiotic factors," in *Nematode Pathogenesis of Insect and Other Pests*, ed R. Campos-Herrera (Cham: Springer International Publishing), 97-137.

Wright, D. J., Peters, A., Schroer, S., & Fife, J. P. (2005). Application technology. In: Grewal, P.S., Ehlers, R.U., Shapiro Ilan, D.I. (Eds.), *Nematodes as Biocontrol Agents*. CABI, New York, NY, pp. 91-106.

MİKRODALGADA ASFALTİT BALÇIKLARININ, KÖMÜR ŞLAMLARININ VE KANALİZASYON ÇAMURUNUN ÇÖZELTİLMESİ, - ORGANİK HUMUSLU KUM ÜRETİMİ
MICROWAVE DISSOLUTION ASPHALTITE SLIME, COAL WASTE AND SEWAGE SLUDGE - ORGANIC HUMIC SAND PRODUCTION

Yıldırım İsmail TOSUN

Şırnak University, Engineering Faculty, Mining Eng. Department, Şırnak, Turkey,

ORCID ID: 0000-0003-2515-6637

ABSTRACT

In order for benefaction from biomass waste materials and substitute asphaltite pyrolysis black liquor semi-carbonized char products need advanced search for new fertile materials and this use of waste management technologies is necessary for soil amendment and char and black liquor related to pyrolysis and grinding combined technique are defined and the chemical alkali digestion of waste resources that improves the fertility of soil in form of humid compost. The humidification parameters are examined in order to gain the high humid content. Autogenously alkali digestion improved the humid rate. Farming and agricultural fertilizer consumption growth in the twentieth century evolved along with the waste management and high consumed plastics as natural resources. In this process, provision of waste fertilizers from agricultural biomass wastes together with waste plastic black liquor supply and distribution in urban areas. Black liquor humid content developed on the method type and resource type. The effective resource role for the public was discussed in meeting the different waste resources management. Infrastructure investments and revenue are low and the optimized amount waste mixtures is determined and mainly focused on biomass waste resources are locally found.

Keywords: Microwave Dissolution, Asphaltite Slime, Coal waste, and Sewage Sludge , Organic Humidified Sand

ÖZET

Biyokütle atık maddelerinden gübre üretiminde faydalanmak için asfaltit pirolizi, siyah likörü, yarı karbonize kömür atıkları ve yeni ürünler geliştirilmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek fosfat ve hümik asit içeren malzemeler ve atık yönetimi teknolojileri bu gübre ham ürünlerini toprak için sağlayabilmektedir. Bu çalışmada kömür pirolizi ve kombine mikrodalga etkili öğütme yöntemi ile kömür atıkları ve piroliz yan ürünü olan siyah likör irdelenmiştir ve Şırnak asfaltit atıkları ile birlikte araştırılmıştır. Bu ve benzeri atık kaynakları mikrodalga etkili kimyasal alkali çözeltme sonrası yaş kompost gübre şeklinde toprağın verimliliğini artırmıştır. Yaş öğütme ve mikrodalga etkideki değişik parametreler incelenmiştir. Otojen olarak alkali çözeltme yaş aktif madde miktarını arttırmıştır. Bu fosfat ve nitratlı atıkların, gübre olarak tarımsal biyokütle atıklarından da yararlanmayı sağlamaktadır. Özellikle bu yöntem yüksek tarımsal alanlı kentlerde, plastik siyah likör temini ve dağıtımını da sağlayabilmektedir. Gübre üretim altyapı yatırımları ve maliyeti düşüktür ve optimize edilmiştir. Şırnak ili ve çevresi için optimum atık karışımlar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mikrodalga Çözünme, Asfaltit Balçık, Kömür atığı ve Kanalizasyon Çamuru, Organik Nemlendirilmiş Kum

MİKRODALGA ETKİLİ KÖMÜR ŞLAMLARININ VE KÜLLERİNİN MİKRONİZE ÖĞÜTÜLMESİ -DİKEY BİLYALI DEĞİRMENDE ÖĞÜTÜLMESİ

MICROWAVE ACTED MICRONIZED GRINDING - VERTICAL BALL MILL GRINDING OF COAL SLIMES, FLY ASH / ERMENEK LIGNITE

Dr. Yıldırım İsmail Tosun

Şırnak University, Engineering Faculty, Mining Eng. Department, Şırnak, Turkey,

ORCID ID: 0000-0003-2515-6637

Dr. Fethullah Chickek

Azerbaijan National Academy of Science, Radiation problems Institute, Baku, Azerbaijan,

ORCID ID: 0000-0003-4958-7394

ABSTRACT

Microwave radiated samples in vertical mill grinding in this study is a modified type of the vertical mill utilizing microwave radiated slurry-ball mixing at conditioned the slurry in baffled shocked. The mill used in ultrafine grinding as micronizer. Regarding the advanced technological developments in energy production the low quality coals need the most feasible technologies. it is possible to produce coal-derived products from low quality coals. However, cement raw materials and chemical nature of them requires a variety of adaptation in grinding methods. Additionally, cement industry needs to work together to provide the basic information required in pilot scale. This study examined the high sulfur and ash types of Ermenek, Soma, Kütahya, Gediz lignite, Sırnak asphaltite and coal fly ash. The lignite samples were taken from local areas of the country. Fundamentally, the conditions regarding better desulfurization way, easy grinding lignite and washing, high calorific value lignite yield, 24% high Hardgrove Grinding Index were determined at the chemical grinding of high fuel producing yield. For this aim, microva acted samples ground further washing for Ermenek, Soma lignite, Sırnak asphaltite and coal shale were discussed. The ultrafine particle size reduction below 10 micron from 95 micron feed was criticized. Micro slurry grinding of light weight and fly ash, waste biochars/waste char and coal slimes, soot by microwave radiation is investigated.

Keywords: Microwave radiation, grinding, char, lignite slime, Ermenek lignite

ÖZET

Bu çalışmada, dikey değirmen öğütmede mikrodalga etkili numuneler, bulamaçların mikrodalgada şokta şartlandırılmaktadır. Bu çalışmada mikrodalga etkili bulamaç-bilye karışımı kullanan dikey değirmende mikronize öğütmeye tabi tutulmuştur. Ultra ince öğütmede kullanılan değirmen bilyeli dikey değirmendir. Enerji üretimindeki ileri teknolojik gelişmeler göz önüne alındığında, düşük kaliteli kömürler için en ekonomik teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Düşük kaliteli kömürlerden kömür türevi ürünler üretmek mümkün değildir. Ancak çimento hammaddeleri ve kimyasal yapıları öğütme yöntemlerinde çeşitli adaptasyonlar gerekmektedir. Ayrıca, pilot ölçekte elde edilen öğütme bilgileri çimento endüstrisinde çok faydalı olacaktır. Bu çalışmada Ermenek, Soma, Kütahya, Gediz linyiti, Şırnak asfaltit şlamları ve kömür külü, yüksek kükürtlü linyit türleri incelenmiştir. Linyit örnekleri ülkenin yerel bölgelerinden alınmıştır. Temel olarak, daha iyi kükürt giderme yolu, linyitin kolay öğütülmesi ve yıkanması, kalorifik değeri yüksek linyit verimi incelenmiştir. %24 gibi yüksek Hardgrove Öğütme İndeksi şartları, yüksek enerji tüketen öğütmeler belirlenmiştir. Bu amaçla Ermenek, Soma linyiti, Şırnak asfaltiti ve kömür şeyli için mikrodalgada tutulan numunelerin ileri öğütülmesi gerçekleştirilebilmiştir. 95 mikron beslemeden 10

mikronun altındaki ultra ince öğütme boyutuna indirilişi tartışılmıştır. Mikrodalga radyasyonu ile hafif ve uçucu kül, atık biyo kömürler/atık kömür ve kömür çamurlarının mikro bulamaçla öğütülmesi başarılmıştır.

Anahtar kelimeler: Mikronize Öğütme, Mikrodalga, biyoçar, Ermenek linyiti, linyit şlamı

A NOTE ON EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR A CLASS OF NONLINEAR FRACTIONAL BOUNDARY VALUE PROBLEM WITH INTEGRAL BOUNDARY CONDITIONS

Noureddine BOUTERAA

Laboratory of Fundamental and Applied Mathematics of Oran (LMFAO), University of Oran1, Ahmed Benbella, Algeria

ABSTRACT

Paper provides sufficient conditions to guarantee the existence of positive solutions for a nonlinear boundary value problem for a class of fractional differential equations involving the Riemann-Liouville fractional derivative with nonlocal integral boundary conditions. Mainly the method used to cover the existence of solutions of our problem followed to achieve the main goal in this research is fixed point theorem.

Fractional differential equations describe many phenomena in several fields of engineering and scientific disciplines such as physics, biophysics, chemistry, biology (for example, the primary infection with HIV), economics, control theory, signal and image processing, thermoelasticity, aerodynamics, viscoelasticity, electromagnetics, and rheology

Keywords: Fractional, equations; existence; nonlocal boundary; fixed-point theorem.

DENTAL PROTEZ ASTAR MATERYALLERİNDE ANTİMİKROBİYAL AJAN KULLANIMI
USAGE OF ANTIMICROBIAL AGENTS IN DENTURE LINER MATERIALS

Ayşe Seda ATAOL

Zoom Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği, Ankara

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3990-179X>

ÖZET

Poli-metil metakrilat veya silikon elastomer esaslı protez astarları, geleneksel tam protezlerin iç yüzeyini yastıklamak için kullanılır. Aşırı derecede rezorbe olan alveolar kemği olan hastalarda stresi emmek ve çiğneme kuvvetlerini dağıtmak ve implant osseointegrasyon sürecini kolaylaştırmak için kullanılırlar. Bununla birlikte, protez astarları, yapısal biçimleri, bileşimleri ve özellikleri ile ilgili olarak gözenekli bir yüzeye sahiptir. Böylece oral patojenler için mikrobiyal rezervuar görevi görürler. Astar materyali kontaminasyonu, alttaki dokuda tahriş, implant kaybı, peri-implant enfeksiyonlar, implant osseointegrasyonunda gecikme ve ağrı gibi ciddi lokal sorunlara neden olabilir. Bakteriyel/kandida plağı, protez stomatitinin birincil nedenidir. Lokal etkilere ek olarak, astar kontaminasyonu ayrıca bakteriyel endokardit, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve orofaringeal, özofagus ve solunum yolu enfeksiyonları gibi sistemik hastalıklara da neden olabilir. Bu nedenle etkili protez plağı kontrolü ve biyofilm oluşumunun önlenmesi, ağız hijyeninin sağlanması ve bu malzemelerin uzun süreli klinik kullanımının sağlanması açısından önemlidir. Protez temizliği için mekanik ve kimyasal temizleme prosedürleri kullanılabilir. Mekanik temizleme etkinliğinin yüksek olması ile birlikte kimyasal temizleme geriatrik hasta grubu için oldukça etkili bir alternatif olarak görülmektedir. Ancak, mekanik temizleme işlemi astar materyali ile kaide materyali arasındaki bağlanmayı olumsuz etkileyebilmekte, kimyasal temizleme işlemi ise materyal yapısında bozulmaya sebep olabilmektedir. Ayrıca bakterilerin astar materyali içerisine penetrasyon gösterebilmeleri nedeni ile yüzey antimikrobiyal ajanlarının etkinlikleri yetersiz kalabilmektedir. Materyalin mekanik ve kimyasal olarak temizlenmesindeki zorluklar alternatif yolların aranmasına neden olmuştur. Öncelikli olarak bakteriyel popülasyonu elimine etmek için sistemik ve lokal antibiyotikler önerilmiştir. Topikal ajanların kullanım sıklığının fazla olması gereksinimi ve tad bozukluğu hasta kooperasyonunu düşürmektedir. Ayrıca topikal ajanlar materyal üzerinde yalnızca yüzeysel etkinlik sağlayabilmektedir. Sistemik antimikrobiyal ajan kullanımı ise ciddi yan etkileri nedeni ile tercih edilmemektedir. Ayrıca, antibiyotik kullanımı nedeni ile antibiyotik dirençli bakterilerde artış ve sağlık hizmetindeki maliyet artışı araştırmacıları antimikrobiyal protez astar materyali üzerine çalışmalara yöneltmiştir. Bu çalışmada dental protez astar materyallerinde antimikrobiyal ajan kullanımı konusunda güncel gelişmelerin derlenmesi ve sunulması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: protez astar materyalleri, antimikrobiyal ajanlar, dental plak kontrolü

ABSTRACT

Denture liners based on poly-methyl methacrylate or silicone elastomers are used to cushion the inner surface of conventional complete dentures. They are used to absorb stress and distribute the chewing forces for patients with extremely resorbed residual ridges and to facilitate the implant osseointegration process. However, denture liners have a porous surface related to their structural form, composition, and properties. Thus, they function as microbial reservoirs for oral pathogens. Liner contamination may cause serious local problems, such as irritation of the underlying tissue, implant loss, peri-implant infections, delay in implant

osseointegration, and pain. Bacterial/yeast plaque is the primary cause of denture stomatitis. In addition to local effects, liner contamination can also result in systemic diseases, such as bacterial endocarditis, chronic obstructive pulmonary disease, and oropharyngeal, esophageal, and respiratory infections. Therefore, effective denture plaque control and the prevention of biofilm formation are important to ensure oral hygiene and the long-term clinical usage of these materials. Mechanical and chemical cleaning procedures can be used for denture cleaning. With the high efficiency of mechanical cleaning, chemical cleaning is seen as a very effective alternative for the geriatric patient group. However, mechanical cleaning may adversely affect the bond between the lining material and the base material, while chemical cleaning may cause deterioration in the material structure. In addition, due to the penetration of bacteria into the lining material, the effectiveness of surface antimicrobial agents may be insufficient. Difficulties in cleaning the material mechanically and chemically have led to the search for alternative ways. Systemic and local antibiotics have been recommended primarily to eliminate the bacterial population. The need for high frequency of use of topical agents and taste disturbance reduce patient cooperation. In addition, topical agents can only provide superficial activity on the material. The use of systemic antimicrobial agents is not preferred due to its serious side effects. In addition, the increase in antibiotic resistant bacteria due to the use of antibiotics and the increase in healthcare costs have led researchers to work on antimicrobial soft denture liners. In this study, it is aimed to review and present the current developments in the use of antimicrobial agents in dental denture liners.

Keywords: denture liners, antimicrobial agents, dental plaque control

HADAMARD TYPE IMPLICIT FRACTIONAL DIFFERENTIAL INCLUSION WITH NONLOCAL INTEGRAL BOUNDARY CONDITIONS

Dr. Habib DJOURDEM

Relizane University, Faculty of science and technology, Department of Mathematics, Algeria

ORCID ID/0000-0002-7992-581X

ABSTRACT

The fractional calculus, an essential part of mathematics analysis, is as old as the classical calculus. The main ideas of fractional calculus can be traced back to the seventeenth century when the integral calculus and classical differential theories were introduced and developed by Newton and Leibniz. For more works on this topic. Fractional differential equations (FDEs) appear naturally in extensive volume of scientific problems in the fields of physics, engineering, chemistry, control, porous media, and so on. To concentrate on several applications, we refer to the recent results. Boundary value problems of fractional differential inclusions equipped with some types of conditions like integral boundary conditions, classical, nonlocal, multipoint, and fractional have been studied by a number of scholars.

Hybrid fractional differential equations have also been studied by several researchers. This class of equations involves the fractional derivative of an unknown function hybrid with the nonlinearity depending on it. Some recent results on hybrid differential equations

In this work, we are concerned to prove the existence of solutions for a nonlocal hybrid boundary value problem of Hadamard fractional integro-differential inclusions supplemented with nonlocal integral boundary conditions. Our main tool is the Dhage fixed point theorem of the sum of three operators.

Keywords: Hadamard fractional derivative, equicontinuous, integral boundary conditions, Dhage fixed point theorem.

SMART THERMOELECTRIC BRAIN HYPOTHERMIA DEVICE

Aydin Nadir

Bezmiâlem Vakif University, Faculty of Medicine,
Department of Cardiology, Maltepe/Istanbul, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-2486-4009

ABSTRACT

Background: In this study, it was aimed to compare the traditional methods of brain hypothermia in patients who developed post cardiac arrest syndrome and need cerebral hypothermia, and the protection of the brain with local cerebral hypothermia using a modern and practical human thermohypothermia device. "Human Thermohypotherm device" was designed and applied for Craniocerebral Hypothermia (CSH).

Methods:

Sudden cardiac arrest over 18 years of age (VT/VF/NEA, asystole or cardiac arrest patients of unknown origin) who develops successful cardiopulmonary resuscitation and spontaneous rhythm is achieved Glasgow Coma Scale (GCS) ≤ 9 unconscious, body temperature above 35 °C Patients who underwent intubation, had a systolic blood pressure above 80 mmHg and a previous GCS of 15 were included. The patients created gradual hypothermia of 0.5 °C in 2 hours, reaching the target body temperature of 32-34 °C in 4-6 hours and continuous hypothermia for 24-72 hours. After therapeutic hypothermia, patients were started to be rewarmed at 0.25-0.50 °C/hour and controlled normothermia was maintained for 72 hours, followed by prognosis assessment.

Results:

A 65-year-old male patient was brought to our clinic with sudden cardiac arrest. Rhythm was established after 15 minutes of successful CPR. The patient's blood body temperature was measured as 38.4 °C. The patient was planned for therapeutic hypothermia. The target body temperature of the patient was set as 35°C for transnasal and 18°C for helmet, and the target body temperature of the patient was reached within 15 minutes. Sedation was provided with 3mg/kg/hour pentothal sodium infusion. MAP < 60 mmHg Noradrenaline (0.01-0.05 mcq/kg/min) and Dobutamine (1-5mcq/kg/min) infusion were administered. Coronary angiography was applied to the patient due to the increase in cardiac enzymes during the follow-ups. Due to the critical lesion in the LAD, stenting was applied to the LAD. hypothermia was continued for 48 hours and then normothermia was achieved. The sedation medication of the patient was discontinued. Cooperation was observed for 4 hours. After 6 hours of CPAP application, extubation was achieved at the 8th hour. On the 5th day of post op, the patient was transferred to the service with GCS 15.

Conclusions:

Sudden cardiac arrest occurs in 1 million people worldwide each year. Survival rate is very low.. We applied therapeutic hypothermia with a craniocerebral hypothermia helmet to the patient who developed out-of-hospital cardiac arrest. We think that this new application will contribute to the improvement of the survival rate and neurological functional results of patients after cardiac arrest. By making the device portable, we can keep it in ambulances, emergency services and intensive care units.

Keywords: Hypothermia, thermoelectric, post kardiyak arrest sendrom, mortality rate

1. Silverman MG., Scirica BM., "Cardiac arrest and therapeutic hypothermia", TRENDS IN CARDIOVASCULAR MEDICINE, vol.26, is.4, pp.337-344, 2016
2. Hachimi-Idrissi S., Corne L., Ebinger G., Michotte Y., Huyghens L., "Mild hypothermia induced by a helmet device: a clinical feasibility study", RESUSCITATION, vol.51, is.3, pp.275-281, 2001

EFFECTS OF DOBUTAMINE AND LEVOSIMENDAN ON SYSTOLIC TIME INTERVALS IN PATIENTS WITH DECOMPENSATED HEART FAILURE

Aydin Nadir

Bezmialem Vakif University, Faculty of Medicine,
Department of Cardiology, Maltepe/Istanbul, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-2486-4009

Kadir Ugur Mert

Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Medicine,
Department of Cardiology, Eskişehir, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-1331-5365

Bektas Morrad

Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Medicine,
Department of Cardiology, Eskişehir, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-6564-7185

Fezan Mutlu

Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Medicine,
Department of Biostatistic, Eskişehir, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-9339-4031

Yuksel Cavusoglu

Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Medicine,
Department of Cardiology, Eskişehir, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-4027-9873

ABSTRACT

Background/Objective: Levosimendan represents an alternative to other positive inotropic agents based on its different mechanisms of action and favorable electrophysiological properties. This study compared the effects of levosimendan and dobutamine on echocardiographic parameters in heart failure patients with acute decompensation necessitating positive inotropic support.

Methods: Patients with acute decompensated heart failure were randomized to receive inotropic support with either levosimendan (n=25) or dobutamine (n=25). Treatment groups were compared in terms of echocardiography measurements including tissue Doppler examination findings, systolic time interval assessments and diastolic parameters. In addition, groups were compared for demographic features, clinical characteristics and laboratory findings.

Results: Among tissue Doppler measurements, Sm-lateral and Sm-septal significantly increased after treatment in both groups. E/E' lateral and E/E' septal significantly decreased only in the levosimendan group. Among systolic time interval parameters, increasing in left ventricular ejection time and shortening in pre-ejection period are similar in both groups, however a significant decrease in QS2i was observed in the levosimendan group. Levosimendan treatment was associated with significant decreases in blood pressures along with a significant increase in ejection fraction. Dobutamine treatment on the other hand resulted in significant increases in blood pressure, heart rate and ejection fraction. **Conclusions:** Our findings suggest that levosimendan and dopamine treatments are associated with only marginal differences in echocardiographic parameters. This study suggests that both levosimendan and dobutamine are almost equally effective in systolic time intervals. However, levosimendan appears to have additional advantage over dobutamine in shortening QS2i, indicating a fairly strong positive inotropic effect.

Keywords: decompensated heart failure, dobutamine, levosimendan, inotropic support, echocardiography, tissue doppler, systolic time intervals

INTRODUCTION

Heart failure is a syndrome associated with recurrent hospitalizations and poor prognosis^{1,2}. It has a prevalence rate of 0.4 to 2% and > 10% in subjects under 65 years of age and in those \geq 65 years of age, respectively³.

Most hospitalizations in patients with chronic heart failure are result of acute decompensation. Acute exacerbations of chronic heart failure due to left ventricular dysfunction are frequently treated with diuretics, intravenous vasodilators, and positive inotropic agents. The latter class of medications is administered in the presence of hypoperfusion and congestion signs and in patients with low systolic blood pressure (SBP) or measured cardiac index⁴.

In recent years, a novel class of drugs termed "calcium sensitizers" with favorable hemodynamic characteristics has been introduced for use. Among these, levosimendan has been the most widely utilized agent clinically⁵. It is a novel inotropic drug with myocardial calcium sensitizing and vasodilator effects developed for the short-term treatment of these patients. It has been proposed to mitigate the untoward effects of other positive inotropic agents, as it is not associated with increased intracellular calcium concentrations⁶. Furthermore, it has been suggested to provide a viable alternative to other positive inotropic agents based on its different mechanisms of action and favorable electrophysiological properties⁵. Dobutamine is a positive inotropic agent that is widely utilized for the treatment of decompensated heart failure to provide symptomatic benefits, although it is known to be associated with induction of arrhythmias and elevated mortality risk. Randomized clinical studies of have confirmed that levosimendan improves symptoms as well as systolic and diastolic functions, and lowers mortality as compared to placebo and dobutamine⁷. However, until now no large-scale, randomized, double-blind studies have been undertaken to compare levosimendan and dobutamine with regard to their effects on systolic interval.

This study was carried out to comparatively assess the effects of levosimendan and dobutamine on echocardiographic parameters including systolic interval in decompensated heart failure patients hospitalized with clinical signs and symptoms necessitating the use of positive inotropic support.

METHODS

Patients

Patients with acute decompensated heart failure with NYHA III-IV functional capacity and LVEF < %35 who received inotropic support with either levosimendan or dobutamine due to unsatisfactory response to

optimal oxygen, diuretic (intravenous furosemide) and vasodilator (intravenous nitrate) treatment were included. Exclusion criteria were as follows: acute coronary syndrome, advanced valvular disease, hypertrophic obstructive or restrictive cardiomyopathy, severe hepatic or renal failure, atrial fibrillation or flutter and patients with pacemaker. The study protocol was approved by the local ethics committee and all patients gave informed consent prior to study entry.

Study medications

Patients were randomized to receive either levosimendan (Simdax®, Orion Pharma, Finland) (n=25) or dobutamine (Dobutamin®, Abott, IL, USA) (n=25) infusion for inotropic support with 1:1 ratio. A 12 mcg/kg loading dose of levosimendan was administered in 10 minutes, which was followed by 0.1 mcg/kg/min infusion for one hour. If tolerated, the dose was increased to 0.2 mcg/kg/min and administered for an additional 23 hours. If not tolerated, the dose was decreased to 0.05 mcg/kg/min and then titrated according to systolic blood pressure aiming to reach 0.2 mcg/kg/min dose. Dobutamine was administered at a dose of 10 mcg/kg/min for 24 hours, without any preceding loading dose.

Assessments

Demographical and clinical data were recorded at baseline. Biochemical and hematological laboratory data, blood pressure and heart rate measurements were recorded at baseline and after treatment. All patients had echocardiography examinations before and 24 hours after infusions. In addition, functional capacity was assessed using 6-minute walk test before and after treatment by recording the distance covered during 6 minutes of walking in meters.

Echocardiography examinations

Tissue Doppler examination

Pulse wave (PW) Doppler recordings were taken at the left ventricular basal-septal and basal-lateral walls using tissue Doppler mode in four-chamber view using two-dimensional transthoracic echocardiography. The following parameters were analyzed during tissue Doppler examination: systolic wave velocity (Sm), early diastolic (Em, E') and late diastolic (Am, A') wave velocity, and S time (duration of time from the beginning to the end of the S wave). Again, using two-dimensional transthoracic echocardiography in apical four-chamber view, the early filling velocity (E wave) was inferred from the mitral inflow pattern, and the septal and lateral E/E' (Em) ratios of basal lateral and basal septal early diastolic waves were determined with tissue Doppler.

Systolic time interval assessments

Patients were monitored using electrocardiogram (ECG). M-mode recordings at the parasternal long axis were made with two-dimensional transthoracic echocardiography at the level of aortic valve. Using the EKG q wave, measurements for the pre-ejection period (PEP, period before aortic valve opening), left ventricular ejection time (LVET, time between the opening and closure of the aortic valve), and QS2 (QS2 = PEP + LVET, the time from the Q wave of ECG to the closure of the aortic valve) were performed. Additionally, PEP and QS2 values corrected for the heart rate were recorded as cPEP and cQS2, respectively.

Diastolic parameters

Using pulse wave (PW) Doppler at five parasternal windows, the early filling velocity (E wave) and atrial contraction velocity (A wave) were measured and E/A ratios were estimated based on mitral inflow pattern; also measured were the DT (mitral deceleration time) from mitral early filling peak velocity to the end of early filling velocity, IVCT (isovolumetric contraction time) from the end of the velocity of atrial contraction (A) to the beginning of aortic valve filling velocity, ejection time (ET) from the beginning of the aortic valve flow to the end of the aortic valve flow, and IVRT (isovolumetric relaxation time) from the end of aortic valve flow velocity to the beginning of the early filling velocity based on the mitral inflow

pattern. Finally, the Tei index was estimated based on these measurements as follows: Tei index = (ICT-IRT)/ET.

Statistical analysis

Statistical Package for Social Sciences (SPSS) for Windows version 16.0 was used for statistical analyses. Data were presented in mean ± standard deviation or number (percent), where appropriate. Categorical variables were compared using chi-square test. Inter-group differences of continuous variables were compared with student-t test or Mann-Whitney U test, depending on the normality of distribution. Intra-group differences between before and after treatment were tested using paired t test. A p value <0.05 was considered an indication of statistical significance.

RESULTS

Table 1 shows demographical and clinical characteristics of the patients at baseline. The two treatment groups did not differ regarding demographic characteristics, co-morbidities, family history, smoking habit, ejection fraction, body mass index, and type of cardiomyopathy (p>0.05 for all). In addition, groups did not differ in terms of hematological and biochemical findings at baseline, including Na, K, blood urinary nitrogen, creatinine, Hs-CRP, Prp-BNP, Troponin, CK-MB, myoglobulin, hemoglobulin, hematocrit, and proteinuria levels and leukocyte and platelet counts (p>0.05 for all).

Changes in clinical and laboratory parameters

Table 2 shows the changes in clinical parameters and comparison of the two treatment groups. There was significant improvement in 6-minute walk test in both groups when compared to baseline; however, groups did not differ regarding improvement in walking test results. Levosimendan treatment was associated with significant decreases in both systolic and diastolic pressures along with a significant increase in ejection fraction. Dobutamine treatment on the other hand resulted in significant increases in systolic blood pressure, heart rate and ejection fraction. In the dobutamine group, proteinuria decreased significantly after treatment (332,14±223 vs. 249,54±162 g/d, p=0.004). And also BUN (24,7±8,29 vs. 29,23±10,1 mg/dl, p=0,031) and creatinine (0,98±0,26 vs. 1.16±0,27 mg/dl, p=0,016) levels increased significantly with treatment. No other significant changes were observed in biochemical and hematological parameters (p>0.05 for all).

Table 1. Demographical and clinical characteristics of the patients

| | All patients (n=50) | Levosimendan (n=25) | Dobutamine (n=25) | p |
|----------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----|
| Age, y (mean±SD) | 61,7±10,3 | 63±10,3 | 59,8±10,4 | NS |
| Male gender | 42 (%84) | 21 (%84) | 21 (%84) | NS |
| Obesity | 18 (%36) | 7 (%28) | 11 (%44) | NS |
| Hypertension | 41 (%82) | 18 (%72) | 23 (%92) | NS |
| Hyperlipidemia | 39 (%78) | 19 (%76) | 20 (%80) | NS |
| Diabetes | 23 (%46) | 9 (%36) | 14 (%56) | NS |
| Smoking | 22 (%44) | 13 (%52) | 9 (%36) | NS |
| Family history | 6 (%12) | 4 (%16) | 2 (%8) | NS |
| Body mass index, kg/m ² (mean±SD) | 28,3±3,6 | 27,43±3,65 | 29,19±3,43 | NS |
| Ejection fraction, % (mean±SD) | 26,9±5.2 | 27,9±4,68 | 26±5,59 | NS |
| Ischemic cardiomyopathy | 43 (%86) | 22 (%88) | 21 (%84) | NS |
| Dilated cardiomyopathy | 7 (%14) | 3 (%12) | 4 (%16) | NS |

Unless otherwise stated, data presented in n (%), NS: non-significant

Table 2. Changes in clinical parameters after treatment

| | Dobutamine (n=25) | | | Levosimendan (n=25) | | | p** | |
|------------------------------|-------------------|--------------|-------------|---------------------|-------------|------------|-------|-------|
| | Pre- | Post- | p* | Pre- | Post- | p* | | |
| 6-minute walk test, m | | | | | | | | |
| | | 179,08±68,79 | 222,4±79,64 | 0,000 | 191,16±83 | 232,72±88 | 0,000 | 0,835 |
| SBP (mmHg) | | 106,1±13,01 | 114,4±13,75 | 0,001 | 122,6±14,22 | 100,9±12,7 | 0,000 | 0,000 |
| DBP (mmHg) | | 67,92±10,19 | 70,88±9,7 | 0,06 | 79,68±14,27 | 69,8±9,42 | 0,002 | 0,000 |
| Heart rate (beat/min) | | 81,36±14,75 | 89,64±15,08 | 0,000 | 84,92±11,91 | 82,28±10,4 | 0,192 | 0,000 |
| Ejection fraction. % | | 27,96±4,68 | 30,8±4,72 | 0,000 | 26,0±5,59 | 30,64±5,49 | 0,000 | 0,032 |

*pre- versus post-treatment. **dobutamine versus levosimendan group

SBP. systolic blood pressure; DBP. diastolic blood pressure

Changes in echocardiography parameters

Table 3 shows changes in echocardiography parameters after treatment and compares the two groups. Among tissue Doppler measurements, Sm lat and Sm sept significantly increased after treatment in both groups, however the groups did not differ in terms of changes in these two parameters. E/E' lat and E/E' sept significantly decreased only in the levosimendan group, but did not change in the dobutamine group. None of the other tissue doppler parameters significantly changed after treatment in either of the groups. Similarly, none of the diastolic echocardiographic parameters significantly changed in either of the groups after treatment. Among systolic time interval parameters, a significant change in PEP, LVET, PEP/LVET and cPEP was revealed in both groups, however the groups did not differ in terms of changes in these parameters. Besides, a significant decrease in QS2i was observed only in the levosimendan group, and no other changes in systolic time interval parameters could reach statistical significance.

Table 3. Changes in echocardiography parameters

| | Dobutamine (n=25) | | | Levosimendan (n=25) | | | P** | |
|------------------------------------|-------------------|-------------|-------|---------------------|------------|-------|-------|--|
| | Pre- | Post- | p* | Pre- | Post- | p* | | |
| Tissue Doppler measurements | | | | | | | | |
| Sm lat (cm/s) | 6,96±1,32 | 8,13±1,31 | 0,000 | 6,83±1,43 | 7,97±1,52 | 0,000 | 0,916 | |
| Sm sept (cm/s) | 6,27±1,62 | 7,22±1,67 | 0,000 | 6,29±1,47 | 7,50±1,57 | 0,000 | 0,313 | |
| S time lat (cm/s) | 210,2±37,7 | 208,12±38,1 | 0,630 | 200,1±35,1 | 202,9±28,9 | 0,387 | 0,362 | |
| S time sept (cm/s) | 199,5±38,6 | 198,9±38 | 0,889 | 197,7±30,6 | 201±23,58 | 0,456 | 0,507 | |
| Em lat (cm/s) | 12,0±3,57 | 11,5±4,6 | 0,370 | 11,82±3,2 | 12,39±4,04 | 0,180 | 0,159 | |
| Em sept (cm/s) | 8,06±2,63 | 7,96±2,43 | 0,772 | 9,47±3,27 | 9,54±2,7 | 0,905 | 0,796 | |
| E/E' lat | 8,27±3,64 | 8,40±3,81 | 0,797 | 8,73±4,16 | 7,59±3,46 | 0,038 | 0,088 | |
| E/E' sept | 12,34±4,69 | 12,08±5,54 | 0,693 | 11,09±4,75 | 9,63±3,49 | 0,013 | 0,155 | |
| Am lat (cm/s) | 8,08±2,75 | 8,72±3,14 | 0,183 | 9,14±3,49 | 9,90±3,19 | 0,161 | 0,854 | |
| Am sept (cm/s) | 7,57±4,46 | 7,81±3,73 | 0,559 | 7,94±3,96 | 8,24±2,57 | 0,733 | 0,943 | |

| <i>Systolic time intervals</i> | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|--------------|-------|-------------|-------------|-------|-------|
| PEP (ms) | 117,52±16 | 106,56±18 | 0,000 | 120,36±22,9 | 109±21,66 | 0,001 | 0,916 |
| LVET(ms) | 242,76±38,9 | 252,76±38,25 | 0,000 | 230±28,9 | 240,72±25,4 | 0,039 | 0,893 |
| PEP/LVET | 0,49±0,12 | 0,43±0,12 | 0,000 | 0,53±0,13 | 0,45±0,11 | 0,000 | 0,558 |
| QS2 (ms) | 369,53±50,23 | 368,47±63,63 | 0,946 | 351,2±36,95 | 345,68±33,8 | 0,356 | 0,310 |
| QS2i (ms) | 543,64±24,31 | 536,97±27 | 0,112 | 523,94±38,9 | 509,8±38,41 | 0,003 | 0,212 |
| cPEP (ms) | 150±16,42 | 142±19,5 | 0,003 | 154,33±21,6 | 141,9±21,6 | 0,000 | 0,196 |

Diastolic measurements

| | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------|-------------|------------|-------|-------|
| Mitral ICT (ms) | 63,44±16,31 | 64,2±16,84 | 0,709 | 65,36±16,34 | 63,08±16,3 | 0,317 | 0,317 |
| Mitral IRT (ms) | 68,04±21,4 | 72,56±19,19 | 0,282 | 72±17,99 | 73,84±18,8 | 0,475 | 0,581 |
| LV Tei index | 0,55±0,14 | 0,55±0,14 | 0,998 | 0,58±0,13 | 0,57±0,14 | 0,756 | 0,822 |
| DT (ms) | 161±35,17 | 168±34,41 | 0,306 | 167,68±48 | 167,08±59 | 0,922 | 0,419 |
| Mitral E velocity (m/s) | 94,12±23,1 | 86,59±22,26 | 0,075 | 90,38±21,26 | 85,95±23,9 | 0,098 | 0,522 |
| Mitral A velocity (m/s) | 55,04±25,34 | 59,76±26,24 | 0,260 | 54,17±27,17 | 56,55±26,7 | 0,448 | 0,650 |
| Mitral E/A | 2,03±0,92 | 1,85±1,21 | 0,333 | 2,14±1,12 | 2,05±1,35 | 0,504 | 0,717 |
| Mitral A/E | 0,62±0,39 | 0,77±0,49 | 0,110 | 0,68±0,48 | 0,77±0,52 | 0,071 | 0,556 |

*pre- versus post-treatment. **dobutamine versus levosimendan group

Sm lat, mitral peak systolic velocity lateral wall; Sm sept, mitral peak systolic velocity septal wall; Em lat, mitral early diastolic velocity lateral wall; Em sept, mitral early diastolic velocity septal wall; Am lat, mitral late diastolic velocity lateral wall; Am sept, mitral late diastolic velocity septal wall; E/E' lat, mitral E/E' ratio lateral wall; E/E' sept, mitral E/E' ratio septal wall; PEP, pre-ejection period; LVET, left ventricular ejection time; PEP/VET, PEP/VET ratio; QS2, electromechanical systole; QS2i, corrected electromechanical systole; cPEP, corrected pre-ejection period; cLVET, corrected left ventricular ejection time; ICT, isovolumetric contraction time; IRT, isovolumetric relaxation time; LV Tei index, left ventricular Tei index; DT, deceleration time; Mitral E/A, mitral E/A' ratio; Mitral A/E: mitral A/E' ratio.

DISCUSSION

In this study examining the effects of levosimendan and dobutamine treatments administered to patients with decompensated heart failure on a variety of echocardiographic parameters, significant differences were noted in only a limited number of measurements. In both groups, LVEF and LVET significantly increased at the end of both levosimendan and dobutamine infusions with a similar extent. However, the results revealed that levosimendan significantly shortened QS2i while dobutamine had no effect. Furthermore, we postulated that levosimendan have a fairly stronger positive inotropic effect than dobutamine via shortening QS2i.

Until now, several studies have been performed to compare the clinical benefits of levosimendan and dobutamine in the treatment of heart failure. Among these, the LIDO study (Levosimendan Infusion versus Dobutamine in severe low Output heart failure) enrolling a total of 203 NYHA Class II-III patients reported a significantly higher number of patients with favorable hemodynamic response after 24 hours of treatment as well as a reduced 30-day mortality in the levosimendan group⁸. CASINO study (Calcium Sensitizer or Inotrope or None in Low-Output Heart Failure) was the first to compare levosimendan, dobutamine, and placebo, with levosimendan showing significant superiority over dobutamine in terms of mortality reduction

⁹. In SURVIVE (Survival of Patients with Acute Heart Failure in Need of Intravenous Inotropic Support), the mortality benefit in favor of levosimendan observed in initial days disappeared at 180 days ¹⁰.

The effect of these two agents on echocardiographic parameters has also been subject to some research. Duygu H et al. compared dobutamine and levosimendan with respect to E/E' ratio after 24-hour infusion and found a statistically significant reduction in levosimendan group, with no significant differences versus pre-treatment values in dobutamine patients ¹¹. In our study, we failed to detect significant differences both compared to baseline and between the study groups with regard to this parameter. Duman D et al. compared these two agents in terms of their effects on diastolic function, and found no significant differences with pre-treatment measurements in dobutamine group, while a significant increase in mitral A, DT, and IVRT and a significant decrease in E/A ratio were reported for levosimendan ¹². On the other hand, no significant differences in diastolic parameters were found between the two agents in the current study.

In a study involving 40 patients with decompensated HF, Duygu H et al. observed significant increases in LVEF, Sm, Dt, and Em and significant decrease in E/A ratio and systolic pulmonary artery pressure (SPAP) among subjects receiving levosimendan as compared to those receiving dobutamine. In dobutamine patients, no significant alterations were found in systolic and diastolic LV parameters as well as in SPAP ¹³. In our study, lateral and septal Sm velocity showed a significant increase following both inotropic agents, with no significant between-group differences. The S time exhibited a non-significant average decline of 3 msec in dobutamine group, while a significant shortening of 10-12 msec was found in levosimendan group; however, the difference between the two groups was not statistically significant.

Poder P et al. found a significant reduction in QS2 among a group of patients with decompensated heart failure who received intravenous and oral levosimendan in the context of a Phase II study ¹⁴. Also, another report suggested a shortening of QS2 by levosimendan ¹⁵. Consistent with these observations, we also found evidence of shortened QS2 during levosimendan treatment as compared to dobutamine.

Positive inotropic agents generally only have a subtle effect on biochemical parameters, with many studies reporting no significant changes after treatment ¹⁶. On the other hand, one study found a higher occurrence of hypokalemia among levosimendan recipients as compared to dobutamine ¹⁰. Similarly, a significant decline in potassium levels was observed at the end of the treatment period in our study. This was the only significant treatment-related electrolyte alteration in our patients.

Duman D et al. compared the effects of dobutamine and levosimendan on SBP, DBP, and HR and found no significant differences ¹², while Duygu H et al. observed a significant increase in these three parameters in dobutamine patients, with no significant changes with levosimendan ¹³. In our study, dobutamine treated patients had an average increase of 11 mmHg in SBP as compared to a 16.7 mmHg reduction in levosimendan treated patients, suggesting a predilection toward hypertension and hypotension for these two treatments, respectively. Similarly, DBP increased significantly in dobutamine treated patients, while it decreased significantly in levosimendan treated patients, with a statistically significant difference between the two agents. Furthermore, dobutamine was associated with an increased heart rate.

According to our results, positive inotropic agents examined in our study had no unfavorable effects on biochemical and hematological parameters in patients with acute decompensated heart failure.

CONCLUSION

Our findings suggest that levosimendan and dopamine treatments are associated with differences only in a limited number of echocardiographic parameters. This study shows that levosimendan and dobutamine are effective in increasing LVET and in shortening PEP. However, levosimendan appears to have additional advantage over dobutamine in shortening QS2i, indicating a fairly strong positive inotropic effect. Further studies with larger sample size are warranted to better elucidate the effects of such treatments.

REFERENCES

- [1] Cleland JG, Khand A, Clark A. The heart failure epidemic: exactly how big is it? *Eur Heart J.* 2001;22(8):623-6.
- [2] Jaagosild P, Dawson NV, Thomas C, Wenger NS, Tsevat J, Knaus WA, et al. Outcomes of acute exacerbation of severe congestive heart failure: quality of life, resource use, and survival. SUPPORT Investigators. The Study to Understand Prognosis and Preferences for Outcomes and Risks of Treatments. *Arch Intern Med.* 1998;158(10):1081-9.
- [3] Cowie MR, Mosterd A, Wood DA, Deckers JW, Poole-Wilson PA, Sutton GC, et al. The epidemiology of heart failure. *Eur Heart J.* 1997;18(2):208-25.
- [4] Packer M, Carver JR, Rodeheffer RJ, Ivanhoe RJ, DiBianco R, Zeldis SM, et al. Effect of oral milrinone on mortality in severe chronic heart failure. The PROMISE Study Research Group. *N Engl J Med.* 1991;325(21):1468-75.
- [5] Slawsky MT, Colucci WS, Gottlieb SS, Greenberg BH, Haeusslein E, Hare J, et al. Acute hemodynamic and clinical effects of levosimendan in patients with severe heart failure. Study Investigators. *Circulation.* 2000;102(18):2222-7.
- [6] Singh BN, Lilleberg J, Sandell EP, Ylönen V, Lehtonen L, Toivonen L. Effects of levosimendan on cardiac arrhythmia: electrophysiologic and ambulatory electrocardiographic findings in phase II and phase III clinical studies in cardiac failure. *Am J Cardiol.* 1999;83(12 (Suppl. 2)):16-20.
- [7] Dernellis J, Panaretou M. Effects of levosimendan on restrictive left ventricular filling in severe heart failure: a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *Chest.* 2005;128(4):2633-9.
- [8] Follath F, Cleland JG, Just H, Papp JG, Scholz H, Peuhkurinen K, et al. Efficacy and safety of intravenous levosimendan compared with dobutamine in severe low-output heart failure (the LIDO study): a randomised double-blind trial. *Lancet.* 2002;360(9328):196-202.
- [9] Zairis MN, Apostolatos C, Anastasiadis P, Mytas D, Katsaris C, Kouris N, et al. The effect of a calcium sensitizer or an inotrope or none in chronic low output decompensated heart failure: results from the calcium sensitizer or inotrope or none in low output heart failure study (CASINO). *J Am Coll Cardiol.* 2004;43((Suppl 1)):206-7.
- [10] Mebazaa A, Nieminen MS, Packer M, Cohen-Solal A, Kleber FX, Pocock SJ, et al. Levosimendan vs dobutamine for patients with acute decompensated heart failure: the SURVIVE Randomized Trial. *JAMA.* 2007;297(17):1883-91.
- [11] Duygu H, Ozerkan F, Nalbantgil S, Zoghi M, Akilli A, Akin M, et al. Effect of levosimendan on E/E' ratio in patients with ischemic heart failure. *Int J Cardiol.* 2008;123(2):201-3.
- [12] Duman D, Palit F, Simsek E, Bilgehan K, Sacide A. Effects of levosimendan versus dobutamine on left atrial function in decompensated heart failure. *Can J Cardiol.* 2009;25(10):e353-6.
- [13] Duygu H, Turk U, Ozdogan O, Akyuz S, Kirilmaz B, Alioglu E, et al. Levosimendan versus dobutamine in heart failure patients treated chronically with carvedilol. *Cardiovasc Ther.* 2008;26(3):182-8.
- [14] Poder P, Eha J, Sundberg S, Antila S, Heinpalu M, Loogna I, et al. Pharmacokinetic-pharmacodynamic interrelationships of intravenous and oral levosimendan in patients with severe congestive heart failure. *Int J Clin Pharmacol Ther.* 2003;41(8):365-73.

- [15] Lehtonen L, Sundberg S. The contractility enhancing effect of the calcium sensitiser levosimendan is not attenuated by carvedilol in healthy subjects. *Eur J Clin Pharmacol.* 2002;58(7):449-52.
- [16] Maeda K, Tsutamoto T, Wada A, Mabuchi N, Hayashi M, Tsutsui T, et al. High levels of plasma brain natriuretic peptide and interleukin-6 after optimized treatment for heart failure are independent risk factors for morbidity and mortality in patients with congestive heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36(5):1587-93.

DİNAMİK DEVRELERİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ DURUM DEĞİŞKENİ MODELİ İLE ANALİZİ

COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF DYNAMIC CIRCUITS BY STATE VARIABLE MODEL

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ADAK

Mardin Artuklu Üniversitesi, Mardin Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü

ORCID ID: 0000-0003-8082-5448

ÖZET

Elektrik devrelerinde akım, gerilim değerleri devrenin analizi sonucunda belirlenir. Devre analizi içeriği elektrik, elektronik ve haberleşme mühendisliğinin temelini oluşturur. Dinamik devrelerin analizinde durum değişkenleri yöntemi kullanılır. Bu yöntemde tam çözüm, öz çözüm ve zorlanmış çözüm oldukça önemlidir. Elektrik devrelerinde enerji depolayan devre elemanlarına ait değişkenler durum değişkeni olarak seçmeliyiz. Çünkü bu devre elemanlarının değerleri, şarj ve deşarj durumlarında tanımlı oldukları diferansiyel denklemlere göre değişirler. Dirençler üzerlerinde güç harcanan devre elemanlarıdır. Üzerlerinden geçen akım ve uçlarındaki gerilim düşümü sabit olup değişken olarak alınmaz. Elektrik devrelerinde durum değişkenlerinin sayısı bu devrede bulunan L, C gibi enerji depolayan devre elemanlarının sayısı kadardır. Elektrik devrelerinde durum denklemlerinin bulunmasında graf teorisi kullanılır. Önce verilen elektrik devresi için uygun bir ağaç seçilir. Bu ağaç, aşağıdaki koşulları içermelidir. Ağaç içinde gerilim kaynakları dal olarak seçilir. Gerilim kaynaklarının yönü pozitiften negatife doğru seçilmelidir. Devredeki akım kaynakları giriş olarak seçilir ve yönleri akım kaynağının yönüdür. Kondansatörlerin hepsi dal olarak seçilir. Ağacın yapısını bozuyorsa giriş olarak seçilmelidirler. Kondansatörün uçlarındaki gerilim ile endüktans akımı durum değişkeni olarak alınmalıdır. Ağaç içinde endüktansların dal olarak alınır eğer ağacın yapısını bozuyorsa giriş olarak alınabilir. Devredeki dirençler ağaç içinde dal veya giriş olarak alınır. Elektrik devrelerinde tüm düğüm gerilimlerini ve tüm kollardaki akımları bulmak için devrenin analizi gerçekleştirilir. Doğru akım (DC) yalnızca bir yön ve doğrultuda akan akım şeklindedir. Doğru akım devrelerinde enerji depolayan kondansatör ve endüktans gibi devre elemanlarının bulunursa bu elemanlar durum değişkeni olup bu devrenin analizinde durum değişkenleri yöntemi kullanılır.

Anahtar Kelimeler: Kondansatör gerilimi, Endüktans akımı, Ağaç, Dal

ABSTRACT

Current and voltage values in electrical circuits are determined as a result of the analysis of the circuit. Circuit analysis content forms the basis of electrical, electronics and communication engineering. State variables method is used in the analysis of dynamic circuits. In this method, general solution, natural solution and forced solution are very important. We should choose the variables belonging to the circuit elements that store energy in electrical circuits as state variables. Because the values of these circuit elements change according to the differential equations they are defined in charge and discharge states. Resistors are circuit elements that consume power. The current flowing through them and the voltage drop at their ends are constant and cannot be taken as variable. The number of state variables in electrical circuits is as much as the number of energy-storing circuit elements such as L and C in this circuit. Graph theory is used to find equations of state in electrical circuits. First, a suitable tree is selected for the given electrical circuit. This tree must contain the following conditions. Voltage sources are selected as branches in the tree. The direction of the voltage sources should be chosen from positive to negative. Current sources in the circuit

are chosen as beams and their direction is the direction of the current source. All capacitors are selected as branches. If they disrupt the structure of the tree, they should be chosen as beams. The voltage across the capacitor and the inductance current should be taken as state variables. Inductance in the tree is taken as a branch, if it disrupts the structure of the tree, it can be taken as a beam. The resistances in the circuit are taken as branches or beams in the tree. In electrical circuits, analysis of the circuit is performed to find all node voltages and currents in all branches. Direct current (DC) is a current that flows in only one direction and direction. If there are circuit elements such as capacitors and inductors that store energy in direct current circuits, these elements are state variables and the state variables method is used in the analysis of this circuit.

Keywords: Capacitor voltage, Inductance current, Tree, Branch

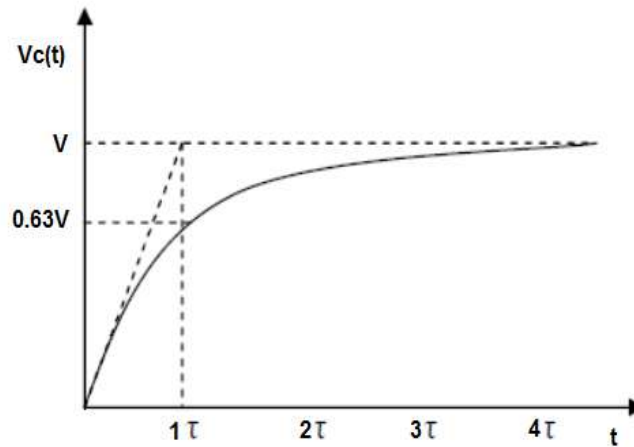
1 GİRİŞ

R,L,C elemanlarından oluşan devrelerinin birçok analiz yöntemi bulunmaktadır. Geçici rejim durumunun bulunduğu devrelerinin analiz işlemleri sürekli rejime göre daha karışıktır. Geçici rejim olaylarının var olduğu devrelerin analizi bu devrelere ait durum denklemlerinin bulunması ve bu denklemlerin çözülmesi ile bulunur. Devre topolojisinden hareketle devrenin uygun ağacı elde edilir. Ağaçtaki temel kesitleme ile çevre denklemlerinden hareketle durum denklemleri elde edilir.

Zaman sabiti doğru akım devrelerinde RC ve RL devrelerinde, gerilimlerdeki ve akımlardaki belirli değişimler için gereken zamandır [1-3]. Kondansatörün şarj veya deşarj olması için gereken süre, zaman sabitlerinin 5 katı kadardır (5τ). Bu süre sonunda devrenin akım ve gerilimleri nihai değerlerine erişirler. Bu devrenin bu cevabına sürekli durum cevabı denir. Bir RC devresinin zaman sabiti, eşdeğer kapasitörün uçlarından görülen Thévenin direncinin ve eşdeğer kapasitansın çarpımıdır. Formülleştirecek $\tau=RC$ şeklinde bulunur. Kapasitör üzerindeki şarj gerilimi $V_c(t)$ aşağıdaki denklem ile ifade edilir:

$$V_c(t) = V(1 - e^{-t/RC}) \quad t \geq 0 \quad (1)$$

Burada V gerilimi $t \geq 0$ için kaynak gerilimi, $RC = \tau$ devrenin zaman sabitidir. (1) denkleminin değişimi Şekil 1’teki gibidir.

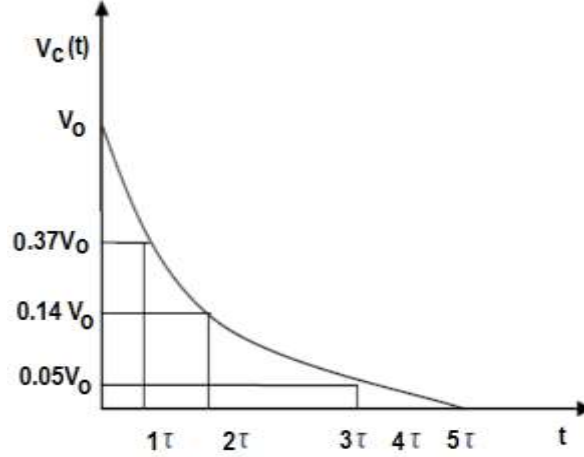


Şekil 1. RC devresinde kondansatörünün şarj olması.

Kapasitörün deşarj gerilimi $V_c(t)$ denklem (4) ile verilmiştir:

$$V_c(t) = V_0 e^{-t/RC} \quad t \geq 0 \quad (2)$$

Burada V_0 gerilim değeri $t=0$ 'daki kapasitörün başlangıç gerilimidir. $RC = \tau$ değeri devrenin zaman sabitidir. Kapasitörün deşarj değışimi aşağıda verildiği gibidir.



şekil 2. RC devresinde kapasitör geriliminin deşarj olması

Kondansatörün iç direnci devre çözümlemesinde ihmal edilemez. Kondansatörün dolması veya boşalması belirli bir süreçte oluşur. Kondansatörün dolma ve boşalması devre zaman sabiti ile orantılı bir şekilde değışir. Seri RC devresinde zaman sabiti C kapasite değeri ile kondansatöre seri olarak bağlı olan dirençlerin toplamının çarpımına eşittir. Seri bağlanmış direnç ve kondansatör oluşan devreler endüstriyel uygulamalarda sıkça karşılaştığımız devrelerdir [2-4]. Bunların analizi büyük önem taşır. RL devresinin analizinkinden devre denklemleri:

$$IR + L \frac{dI}{dt} - E = 0 \quad (3)$$

Devreden akan akım durum değışkenidir ve diferansiyel denklemleri çözdüğümüzde akımın değeri:

$$I = \frac{E}{R} (1 - e^{-t(R/L)}) \quad (4)$$

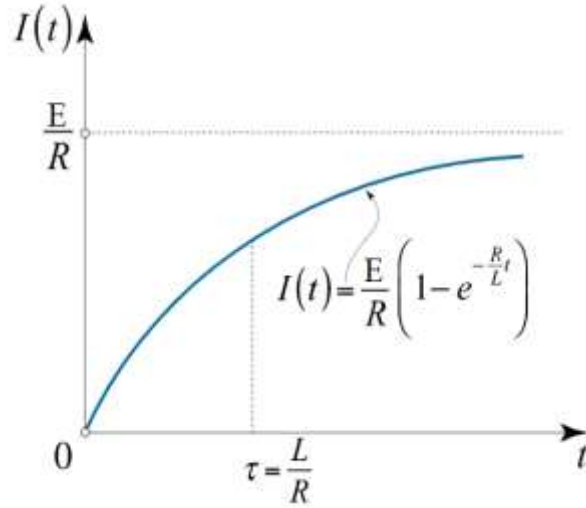
$\tau = L/R$ zaman sabiti (4) denkleminde yerleştirilirse,

$$I = \frac{E}{R} (1 - e^{-t/\tau}) \quad (5)$$

elde edilir. Endüktansta endüklenen gerilimin denklemleri,

$$V_L = L \frac{dI}{dt} = E e^{-t/\tau} \quad (6)$$

olarak ifade edilir. Endüktans akımının değışimi aşağıda verilmiştir.



Şekil 3. RL devresinde akımın değişimi

Matlab programı ile diferansiyel denklemlerin çözümleri dsolve komutu kullanılır. dsolve komutu ile basit diferansiyel denklemlerin çözümü sağlanır. Basit diferansiyel denklemler bir bağımsız değişkene bağlı olan denklemlerdir [5, 6]. Komut içinde d/dt =D dönüşümü kullanılır. Bu komutun kullanılması sonucunda elde edilen çözüm fonksiyonunda bir sabit bulunması istenmiyorsa başlangıç koşullarının programda belirtilmesi gerekir. Yoksa çözüm fonksiyonunda sabitler bulunur [7-9]. Aşağıda ikinci mertebeden diferansiyel denklemin analizi verilmiştir.

$$\frac{d^2x}{dt^2} - 2\frac{dx}{dt} + 10 = 0 \quad (7)$$

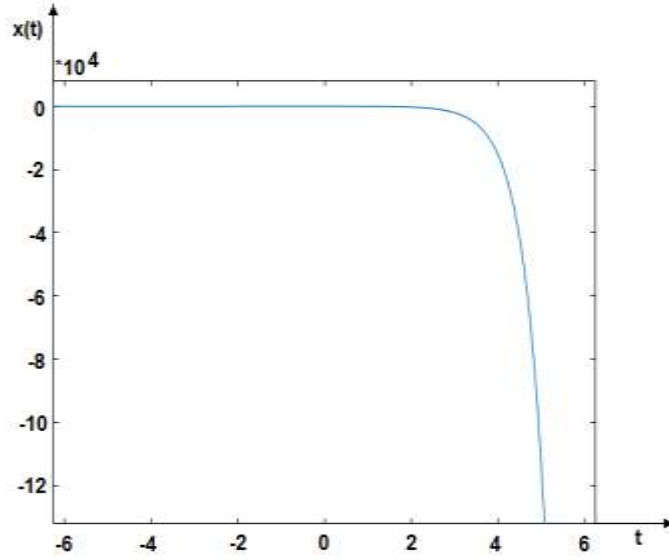
$x(0)=0$ ve $x'(0)=-5$ başlangıç koşullarında (7)'ci denklemi çözelim.

$$x=dsolve('D2x-2*Dx+10=0','x(0)=0','Dx(0)=-5') \quad (8)$$

ezplot(x);

$$x(t) = 5 * t - 5 * e^{2*t} + 5 \quad (9)$$

olarak bulunur. Bu eğriye ait grafik aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 4 . x fonksiyonunun zamana (t) bağlı değişimi

Aşağıda başlangıç koşulları verilen verilen diferansiyel denklemin tam çözümünü dsolve komutu ile bulalım.

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\frac{dy}{dt} + 5y = 19 \quad (10)$$

Başlangıç koşulları:

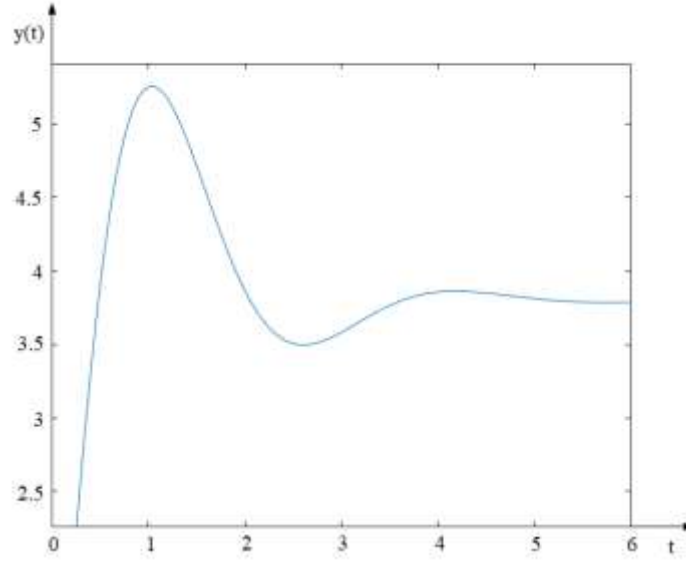
$$y(0)=0 \text{ ve } y'(0)=9 \quad (11)$$

$$y=dsolve('D2y+2*Dy+5*y=19','y(0)=0','Dy(0)=9') \quad (12)$$

ezplot(y,[0 6])

$$y = \frac{13\sin(2t)e^{-t}}{5} - \frac{19\cos(2t)e^{-t}}{5} + \frac{19}{5} \quad (13)$$

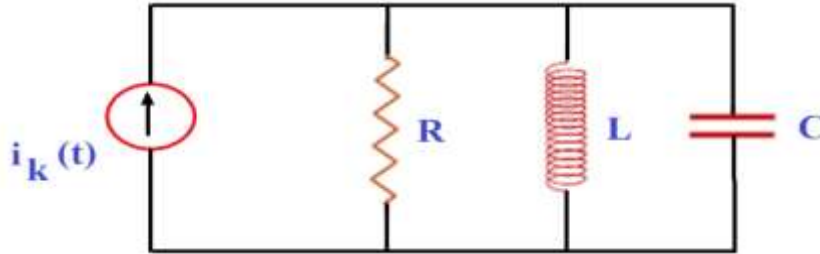
() denkleminin değişimi Şekil 5'te verildiği gibidir.



Şekil 5. y fonksiyonunun zamana bağlı değişimi

2 ARAŞTIRMA VE BULGULAR

İçinde kaynaklar ve iki uçlu R,L ve C elemanları bulunan devrelerde kapasite gerilimi ve endüktans akımının ifadeleri diferansiyel denklemlerden oluşur. Bu denklemlere durum denklemleri ve içindeki bilinmeyen büyüklüklere durum değişkenleri adı verilir [8-10]. RLC devrelerinde durum değişkenleri kapasite gerilimleri ile endüktantans akımlarından oluşmaktadır [11, 12]. Paralel bağlı RLC devresinin şeması Şekil 6'da verildiği gibidir.

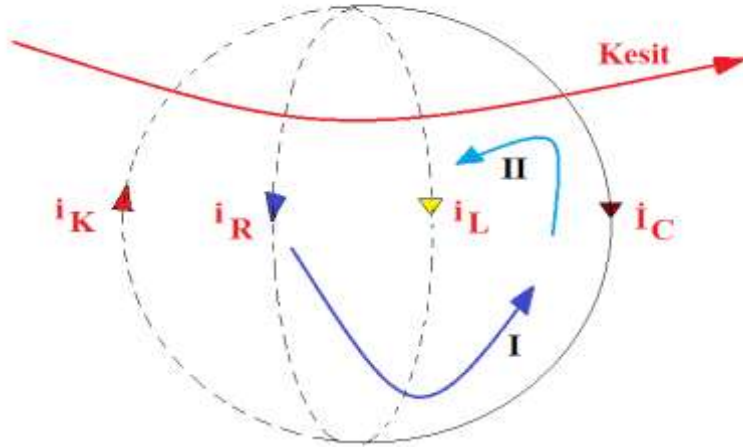


Şekil 6. RLC devresinin prensip şeması

Elektrik devrelerine ilişkin durum denklemleri graf teorisi kullanılarak çıkarılır. İlk olarak devrenin yapışana uygun bir ağaç seçilir [13, 14]. Bu ağaç aşağıdaki koşullara göre şekillendirilir:

- Devredeki gerilim kaynakları dal olarak seçilir. Bu kaynakların yönü artıdan eksiye doğrudur.
- Devre içindeki akım kaynakları giriş olarak seçilip yönleri, akım kaynağının yönüdür.
- Kondansatörlerin hepsi dal olarak alınmalı, alınmıyorsa giriş olarak alınmalıdırlar.
- Endüktansların hepsi giriş olarak alınmalı, alınmıyorsa dal olarak alınmalıdır.
- Dirençler dal yada giriş olarak alınmalıdır.

Devre elemanlarının uç denklemleri temel çevre ve temel kesit denklemlerinden faydalanılarak devreye ilişkin durum denklemleri çıkarılır. Temel çevre denklemleri, bir eleman giriş diğer elemanları dal olmak üzere seçilirler [15-17]. (Kirchoff'un gerilimler kanununa göre). RLC devresinin temel kesit denklemleri bir elemanı dal diğer elemanları girişler olan temel kesitlemelerdir ve bu denklemler bağımsız düğüm denklemleridir. (Kirchoff'un akımlar kanununa göre) [16-18]. R.L.C devresinde endüktans akımı i_L ve kondansatör gerilimi (V_c) devrenin durum değişkenleridir..



Şekil 7. RLC devresine ilişkin ağaç

K kesitlemesinden:

$$i_c + i_L + i_R - i_k = 0 \quad (14)$$

$$i_c = i_k - i_L - \frac{V_R}{R} \quad (15)$$

I - çevresinden:

$$V_R - V_c = 0 \quad (16)$$

$$V_R = V_c \quad (17)$$

$$\frac{dV_c}{dt} = \frac{1}{C} i_c \quad (18)$$

Birinci durum denklemleri aşağıdaki gibi bulunur.

$$\frac{dV_c}{dt} = \frac{1}{C} i_k - \frac{1}{C} i_L - \frac{1}{RC} V_c \quad (19)$$

II- Cevreden aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_L}{L} \quad (20)$$

Durum denklemleri aşağıdaki gibi bulunur:

$$\frac{dV_c}{dt} = \frac{i_k}{C} - \frac{i_L}{C} - \frac{V_c}{RC} \quad (21)$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_c}{L} \quad (22)$$

Durum denklemleri aşağıdaki gibi matrisel formda yazılır.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} V_c \\ i_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-1}{RC} & \frac{-1}{C} \\ \frac{1}{L} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_c \\ i_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{C} \\ 0 \end{bmatrix} i_k \quad (23)$$

Bu matrisel form aşağıdaki gibi formüleleştirilebilir [19-20]. Devrenin durum denklemi aşağıdaki gibi formüleleştirilebilir.

$$\frac{d}{dt} x(t) = Ax(t) + Bu(t) \quad (24)$$

Çıkış denklemi,

$$y = Cx(t) + Du(t) \quad (25)$$

olarak ifade edilir. Burada, x ve $\frac{dx}{dt}$ sırasıyla durum vektörü ve diferansiyel durum vektörüdür. $u(t)$ ve y giriş vektörü ve çıkış vektörleridir [21-22]. A , sistem matrisidir. B ve C girdi ve çıktı matrisleridir. D ileri besleme matrisidir [23-25]. A sistem matrisi aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$A = \begin{bmatrix} \frac{-1}{RC} & \frac{-1}{C} \\ \frac{1}{L} & 0 \end{bmatrix} \quad (26)$$

B ve C girdi ve çıktı matrisleri aşağıda tanımlanmıştır.

$$B = \begin{bmatrix} \frac{1}{C} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (27)$$

$$C = [0 \ 1] \quad (28)$$

D ileri besleme matrisi,

$$D=[0] \quad (29)$$

olarak tanımlanır [24-26]. Aşağıdaki numerik değerler için RLC devresinin analizini gerçekleyelim.

$$C = \frac{1}{12} F, \quad L = 4 H, \quad R = 3 \Omega$$

Başlangıç koşulları,

$$'y(0)=3', 'x(0)=5'$$

olarak verilmiştir. RLC devresine ilişkin durum değişkenleri matrisi aşağıda verilmiştir.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} V_c \\ i_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4 & -12 \\ 1/4 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_c \\ i_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 12 \\ 0 \end{bmatrix} U(t) \quad (30)$$

Devrede kaynak birim basamak fonksiyonudur.

$$U(t)=1 V$$

Yukarıdaki denklemde V_c ile i_L durum değişkenleridirler. (19) denklemden aşağıdaki ifadeler elde edilir.

$$\frac{dV_c(t)}{dt} = -4V_c(t) - 16i_L(t) + 12U(t) \quad (31)$$

Endüktans akımı,

$$\frac{di_L(t)}{dt} = 4V_c(t) \quad (32)$$

Olarak ifade edilir. (31) ile (32) denklemlerinde aşağıdaki değişimi yapalım,

$$y=V_c(t)$$

$$x=i_L(t)$$

Değişimini yapalım. (31) ile (32) diferansiyel denklemlerini Matlab ortamına taşıyalım.

$$\gg[y \ x]=dsolve('Dy+4*y+12*x=12','Dx-0.25*y=0','y(0)=3','x(0)=5') \quad (33)$$

Komutu çalıştırıldığında aşağıdaki ifadeler elde edilir.

$$y = 1 + \frac{51}{8}e^{-t} - \frac{19}{8}e^{-3t} \quad (34)$$

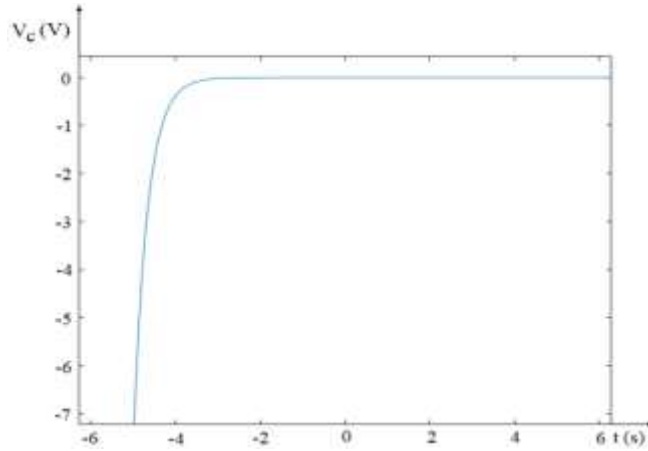
x durum değişkenine ait ifade aşağıda verildiği gibidir.

$$x = -\frac{51}{2}e^{-t} + \frac{57}{2}e^{-3t} \quad (35)$$

$y=V_c$, $x=i_L$ dönüşümünü yaptığımızda çözüm kümesi aşağıdaki gibi bulunur.

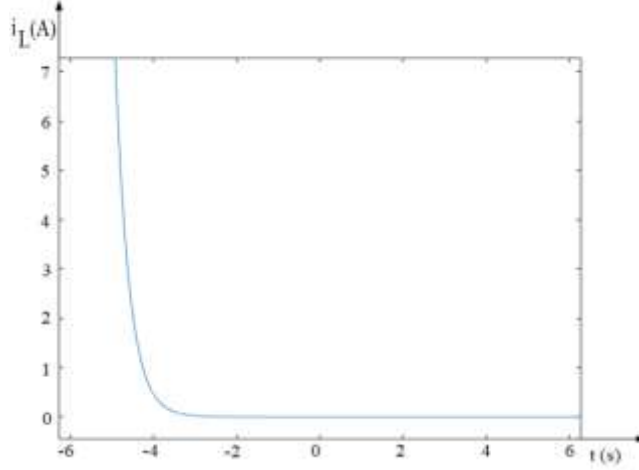
$$\begin{bmatrix} V_c \\ i_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{51}{8} \\ -\frac{51}{2} \end{bmatrix} e^{-t} + \begin{bmatrix} -\frac{19}{8} \\ \frac{57}{2} \end{bmatrix} e^{-3t} + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} U(t) \quad (36)$$

olarak bulunur. $V_c(t)$ durum değişkenine ilişkin grafik Şekil 8' de verilmiştir.



Şekil 8. Kapasite geriliminin zamana göre değişimi

Kondansatör elektrik devrelerinde elektrik yükünü depolayan bir devre elemanıdır. Depoladığı yükün miktarına kondansatörün kapasitansı adı verilir. Kondansatör iki adet paralel levha ve bunları birbirlerinden yalıtkan dielektrik malzemeden oluşur. RLC devresinde durum değişkeni olan endüktans akımına ait grafik Şekil 9'da verildiği gibidir.



Şekil 9. Endüktans akımının zamana göre değişimi

Endüktans akımındaki değişim manyetik alanın miktarını etkiler. Akımın birim zamandaki değişimi di/dt ile orantılıdır. Endüktansta endüklenen gerilim L ile di/dt çarpımından oluşur.

3 SONUÇ

Elektrik devrelerinin zaman domeninde analizi için devrenin durum değişkenlerine ait diferansiyel denklemlerinin çıkarılması gerekir. Bu çalışmada durum değişkenleri yöntemi ile RLC analizi Matlab dsolve komutu yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

Devre durum değişkenleri yöntemi ile çözüldüğünde, devredeki durum değişkenleri $V_c(t)$ ve $i_L(t)$ yardımı ile diğer devre elemanlarına ilişkin akım ve gerilim değerleri kolayca bulunabilir.

Doğru akım devrelerin zaman domeninde analizi doğru akım makineleri ile elektronik devrelerinin çalışma ilkeleri ve fonksiyonlarının anlaşılması açısından önemlidir. Bu çalışmada RLC devresinin birim basamak ile uyarılması durumunda devrenin analizi gerçekleştirilmiştir.

4 KAYNAKÇA

1. Javed M, Aftab H, Qasim M, Sattar M (2008) RLC Circuit Response and Analysis (Using State Space Method) IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, 8(4):48-54.
2. Lilyanova I(2018) Solving Electrical Engineering Problems with Matlab and MULTISIM," 2018 International Conference on High Technology for Sustainable Development (HiTech), 1(1): 1-4, doi: 10.1109/HiTech.2018.8566672.
3. Alexander KC, Sadiku M(2012) Fundamentals of Electric Circuits, McGraw Hill.
4. Okyere J.A (1995) Teaching AC circuit analysis with Matlab, Proceedings Frontiers in Education 1995 25th Annual Conference. Engineering Education for the 21st Century,1(1):26609-26612, doi: 10.1109/FIE.1995.483086.
5. Fang S, Wang X (2020) Modeling and analysis method of fractional-order buck–boost converter. Int J Circ Theory Appl. 48(9):1493-1510.
6. James AS, Richard CD (2020) "Introduction to Electric Circuits, 9th edition, John Wiley & Sons

7. Okoro OI (2004) Application of Numerical Software in Electrical Machines Modelling, Proceedings of the Electrical Division of the Nigerian Society of Engineers Conference. 24(1):33-43.
8. Doumbia ML, Roy G, Rajagopalan V, (1997) An integrated solution for simulating electrical drive systems with Matlab/Simulink, ISIE '97 Proceeding of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 3(1): 952-955, doi: 10.1109/ISIE.1997.648854.
9. İzgi E, Akkaya YE (2013) Exergoeconomic analysis of a solar photovoltaic system in Istanbul, Turkey. Turkish Journal Of Electrical Engineering And Computer Sciences 21:350-359
10. Alexander CK and Sadiku MNO (2015) Fundamentals of electric circuits. 5th edition. New York: McGraw-Hill; 2015.
11. Kubat C (2019) "Matlab yapay zeka ve mühendislik uygulamalar", İstanbul, Deniz offset matbaacılık.
12. Richard C, Dorf R, Bishop H (2008) "Modern Control Systems", 11th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
13. Su JH, Chen JJ, Wu DS (2002) Learning feedback controller design of switching converters via Matlab/Simulink, in IEEE Transactions on Education, 45(4) :307-315, doi: 10.1109/TE.2002.803403.
14. Ogata K. (2010) "Modern Control Engineering", 5th ed ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
15. Tokad Y (1987) "Devre Analizi Dersleri" Kısım IV, Çağlayan Kitabevi.
16. Yüksek HI, Arifoglu U (2020) - Modeling Of Three-Phase Three-Level Rectifier With Space Vector Pulse Width Modulation Method In Matlab/Simulink Program - Sigma Journal Of Engineering And Natural Sciences-Sigma Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi, 38(1): 227 – 261, WOS:000522761700017
17. Acar C(1995) "Elektrik Devrelerinin Analizi", İ.T.Ü. Yayınları.
18. Jin B, Zhang Z (2011) Software-platform of general circuit analysis based on Matlab Gui, International Conference on Electrical and Control Engineering, 1(1): 387-390, doi: 10.1109/ICECENG.2011.6056994.
19. Jamshidi M, Tarokh M, Shafai B (1992) "Computer-Aided Analysis and Design of Linear Control Systems", Prentice Hall.
20. Nuruzzaman M (2007) "Electric Circuit Fundamentals in Matlab and Simulink", Booksurge Publishing.
21. Hasan A, Halim MD, Meia MD (2019) Application of linear differential equation in an analysis transient and steady response for second order RLC closed series circuit. Am J Circ Syst Signal Process. 5(10):1-8.
22. Radwan AG, Salama KN (2012) Fractional-order RC and RL circuits. Circ Syst Signal Process. 31(3):1901-1915.
23. Atangana A, Nieto JJ. (2015) Numerical solution for the model of RLC circuit via the fractional derivative without singular kernel. Adv Mech Eng. 7(10):1-7.
24. Al-Mazeedi MM, Al-Jawaiser EA, Al-Mamoun AM (2003) An optimal RLC realization of a general optimal transfer function due to step inputs, 10th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, 2003. ICECS 2003. Proceedings of the 2003, 3(1):1292-1295, doi: 10.1109/ICECS.2003.1301751.

25. Kahng AB, Muddu S (1997) An analytical delay model for RLC inter-connects, IEEE Trans. on CAD of Integr. Circuits and Syst., 16 (1) :1507-1514.
26. Tamaseviciute E, Tamasevicius A, Mykolaitis G, Bumeliene S, Lindberg E (2008) Analogue Electrical Circuit for Simulation of the Duffing-Holmes Equation, Nonlinear Analysis: Modelling and Control, 2(13) : 241-252.

EFFECTS OF IMPREGNATION RATIO AND ACTIVATION TEMPERATURE ON PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF ACTIVATED CARBON

AKTİF KARBONUN PARTİKÜL BOYUTU DAĞILIMI ÜZERİNE EMPRENYE ORANI VE AKTİVASYON SICAKLIĞININ ETKİSİ

Asst. Prof. Dr. Sibel ASLAN

Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Elazığ, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-3454-798X

Meltem ŞİRAZİ

Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Elazığ, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-0551-6316

ABSTRACT

Activated carbon (AC) has been used in various environmental applications (water treatment, wastewater treatment, gas purification, air pollution control, etc.) due to its properties such as a well-developed pore structure and large surface area. However, the high cost of activated carbon limits its widespread use. Recent studies have focused on the production of activated carbon from low-cost and abundant waste. Olive pomace (OP) is an agro-industrial by-product resulting from olive oil production. In this study, olive pomace was used as a precursor for activated carbon production. Low-cost activated carbon was prepared from olive pomace by chemical activation. Potassium hydroxide (KOH) was used as an activating agent to produce activated carbon. AC samples were activated at impregnation ratios of 1:1 and 1:2 (g OP: g KOH) and temperatures of 560, 700, and 840 °C. Particle size distributions of the prepared activated carbon samples were analyzed in terms of D_{10} , D_{50} , and D_{90} . It was determined that 90% of AC1/560, AC2/560, AC1/700, AC2/700, AC1/840, and AC2/840 activated carbon samples had diameters less than 757, 953, 674, 857, 624, and 822 μm , respectively. It has been observed from obtained results in the study that impregnation ratio and activation temperature affected the particle size and particle size distribution.

Keywords: Activated carbon, olive pomace, particle size distribution.

ÖZET

Aktif karbon (AK) iyi gelişmiş bir gözenek yapısı ve geniş yüzey alanı gibi özellikleri nedeniyle çeşitli çevresel uygulamalarda (su arıtımı, atıksu arıtımı, gaz saflaştırma, hava kirliliği kontrolü vb.) kullanılmaktadır. Bununla birlikte aktif karbonun yüksek maliyeti onun yaygın şekilde kullanımını sınırlar. Son zamanlardaki çalışmalar düşük maliyetli ve bol olarak bulunan atıklardan aktif karbon üretilmesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Pirina (P) zeytinyağı üretiminden kaynaklanan tarımsal sanayi yan ürünüdür. Bu çalışmada, pirina aktif karbon üretimi için öncül madde olarak kullanılmıştır. Pirinadan kimyasal aktivasyonla düşük maliyetli aktif karbon hazırlanmıştır. Potasyum hidroksit (KOH) aktif karbon üretmek için aktifleştirici madde olarak kullanılmıştır. AK numuneleri 1:1 ve 1:2 (g P:g KOH) emprenye oranlarında ve 560, 700 ve 840 °C'lik sıcaklıklarda aktive edilmiştir. Hazırlanan aktif karbon numunelerinin partikül boyutu dağılımları D_{10} , D_{50} ve D_{90} yönünden analizlenmiştir. AC1/560, AC2/560, AC1/700, AC2/700, AC1/840 ve AC2/840 aktif karbon numunelerinin %90'ının sırasıyla 757, 953, 674, 857, 624 ve 822 μm 'den daha küçük çaplara sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlardan emprenye oranı ve aktivasyon sıcaklığının partikül boyutunu ve partikül boyutu dağılımını etkilediği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Aktif karbon, pirina, partikül boyutu dağılımı.

INTRODUCTION

Activated carbon (AC) is a carbonaceous solid substance produced from organic materials with high carbon content (Sultana et al., 2022). It has the characteristics such as highly developed porosity, internal surface area, and relatively high mechanical strength (Sahu et al., 2010). Due to its attractive characteristics, activated carbon has been received considerable attention in a variety of applications such as adsorption, energy storage, electrochemical application (supercapacitor), and catalysis (Rezma et al., 2017). Activated carbons have important uses in different applications including solution purification, removal of tastes and odors from domestic and industrial water supplies, wastewater treatment, petrochemical industries, solvent recovery, catalyst supports, chemicals, and the pharmaceutical industry (Sahu et al., 2010; Sultana et al., 2022).

Activated carbon can be prepared from carbonaceous precursors by two methods: physical activation or chemical activation (El-Hendawy et al., 2001). Physical activation involves a carbonization step followed by a stage of controlled oxidation to activate the carbon in the presence of an activating agent such as steam or carbon dioxide (Zhang et al., 2008). Chemical activation is done by impregnating the material with a chemical activator (H_2SO_4 , H_3PO_4 , $ZnCl_2$, alkali metal hydroxides) and then performing a heat treatment between 400 and 900 °C, where the process of preparing activated carbon is carbonized and activated simultaneously (El-Hendawy et al., 2001; Feng et al., 2020). Although physical activation methods are commonly used in the industry due to their low production costs, they have disadvantages including the limited extent of pore development and comparatively low activation yield (Yi et al., 2021). Among the various activators, potassium hydroxide has been extensively used due to its ability to produce activated carbon with a high surface area, its distribution of fine pore size under the same conditions, low environmental pollution, less corrosiveness, and lower cost (Heidarinejad et al., 2020).

In this study, it was investigated the effect of impregnation ratio and activation temperature on the particle size distribution of activated carbon. Activated carbon was prepared by chemical activation of olive pomace (OP). Activated carbon synthesis experiments were carried out at different impregnation ratios (1:1 and 1:2 (g OP: g KOH)) and activation temperatures (560, 700, and 840 °C).

MATERIALS AND METHODS

Materials

Olive pomace (OP) was supplied from a local olive oil factory (Gemlik, Turkey). Before using it in activated carbon synthesis, OP was washed several times with distilled water. Then, it was dried, ground, and sieved through a 1 mm sieve to obtain uniform particles.

Synthesis of Activated Carbons

OP was firstly carbonized at 450 °C (10 °C/min) for two hours under nitrogen gas. The carbonized char was impregnated with KOH at ratios of 1:1 and 1:2 (precursor: KOH). The impregnation process was carried out at 60 °C for 12 h in an orbital shaker. The impregnated samples were dried in an oven at 103 °C for 24 h. Afterward, samples were activated at different temperatures of 560, 700, and 840 °C for 2 h under N_2 flow. After completing the activation process, the remaining KOH was removed by washing with 1 M HCl solution and deionized water once to adjust pH to be about 7. Finally, the collected ACs are dried in an oven at a temperature of 103 °C for 24 h. The produced activated carbons were denominated according to the impregnation ratio and the activation temperature; for example, AC1/560 refers to the activated carbon sample obtained at an activation temperature of 560 °C and an impregnation ratio of 1:1.

Analytical Methods

A laser diffraction particle size analyzer (Malvern Mastersizer 3000) was employed to determine the particle size distribution of synthesized ACs. The device does this by measuring the intensity of light scattered as a laser beam passes through a dispersed particulate sample. This data is then analyzed to calculate the size of the particles that created the scattering pattern (URL-1, 2022). The analysis conditions were as follows:

Particle refractive index: 1.500

Particle absorption index: 1.000

Dispersant name: Water

Dispersant refractive index: 1.330

RESULTS

Figure 1 (a-f) shows the particle size distributions of prepared AC samples. Table 1 illustrates the D_{10} , D_{50} , and D_{90} values of AC samples. As seen in Table 1, 90% of AC1/560, AC2/560, AC1/700, AC2/700, AC1/840, and AC2/840 activated carbon samples had diameters less than 757, 953, 674, 857, 624, and 822 μm , respectively. In the same activation temperatures, the D_{10} , D_{50} , and D_{90} values generally increased with increasing impregnation ratios except for AC2/840.

Yi et al. (2021) proposed a novel pressurized physical activation method to increase the diffusivity of the activating agent and the corresponding degree of pore development. They observed that in atmospheric AC, mean particle size decreased with increasing degree of activation and the particle size distribution tended to shift leftward. In contrast, pressurized AC showed no change in either mean particle size or particle size distribution.

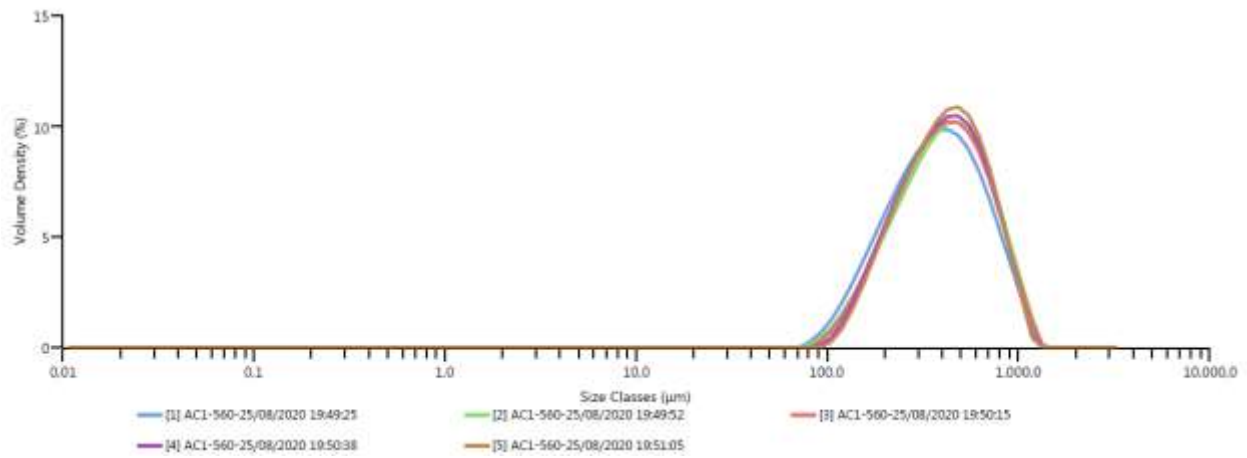
Pal et al. (2017) employed waste palm trunk (WPT) and mangrove (M) to synthesize activated carbons with huge surface area by chemical activation with potassium hydroxide (KOH). According to their results, the percentage of cumulative normalized particle amount reached a value of 25%, 50%, and 75% at particle diameters of about 17 μm , 31 μm , and 55 μm , respectively, for WPT-AC whereas 23 μm , 42 μm and 71 μm for M-AC.

Tang et al. (2021) prepared the activated carbon from the waste paper by zinc chloride activation. In their study, the particle size distribution of carbon powder was 5-80 μm and its average particle size was 30 μm .

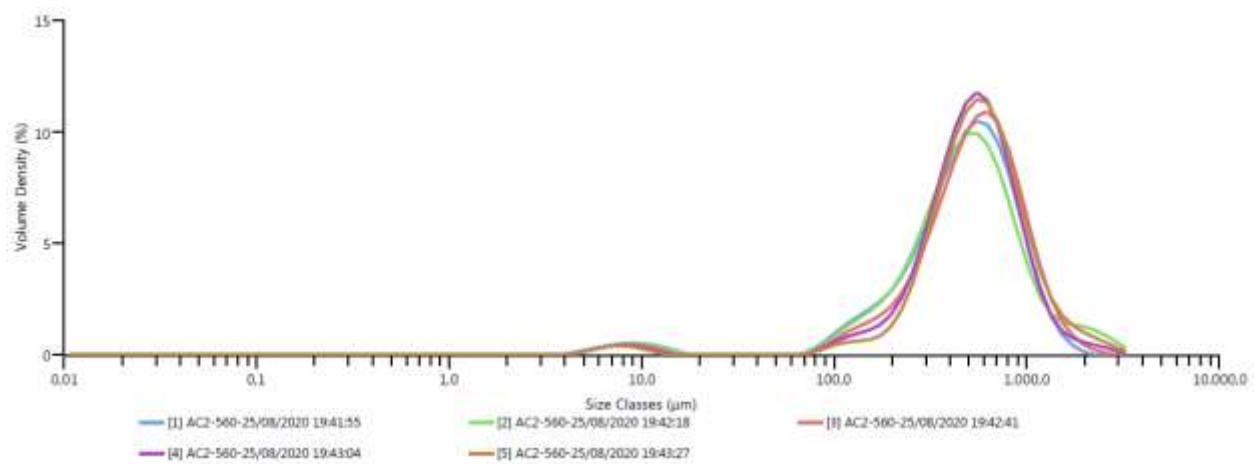
Nasrullah et al. (2021) investigated the effect of the short-time ball milling effect on the surface properties of activated carbon. AC produced without ball milling was termed as pristine AC, AC samples ball milled for 30, 60, 90, and 120 min were denominated as BM30, BM60, BM90, and BM120. The particle size distributions of pristine, BM30, BM60, BM90, and BM120 were in the range of 2.58-7.15, 1.08-6.81, 0.88-2.83, 0.85-2.58, and 0.80-2.39 μm , respectively. The average particle size for pristine AC, BM30, BM60, and BM90 was approximately 5.30, 2.30, 1.57, and 1.46 μm , respectively. They found that the adsorption capability of ball milled activated carbon (BMAC) increased with decreasing particle size with ball milling.

Yağmur and Kaya (2021) were prepared a new magnetic activated carbon (MACz) from a coconut shell. According to the size distribution graph of MACz, the size distribution by intensity had three peaks, recorded as 748.6 nm for peak 1, 161 nm for peak 2, and 5150 nm for peak 3.

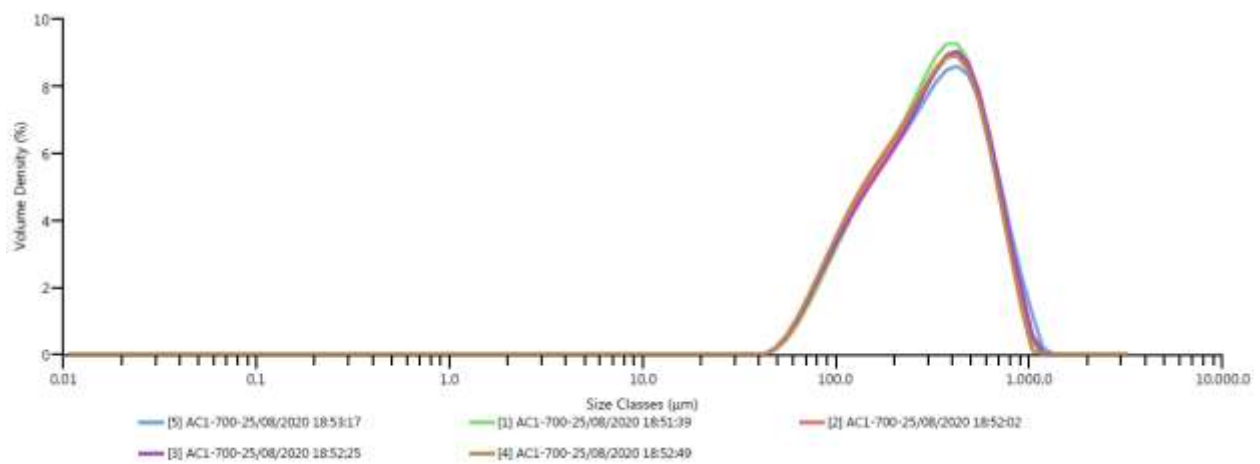
16. MAS INTERNATIONAL EUROPEAN CONFERENCE ON MATHEMATICS, ENGINEERING, NATURAL & MEDICAL SCIENCES



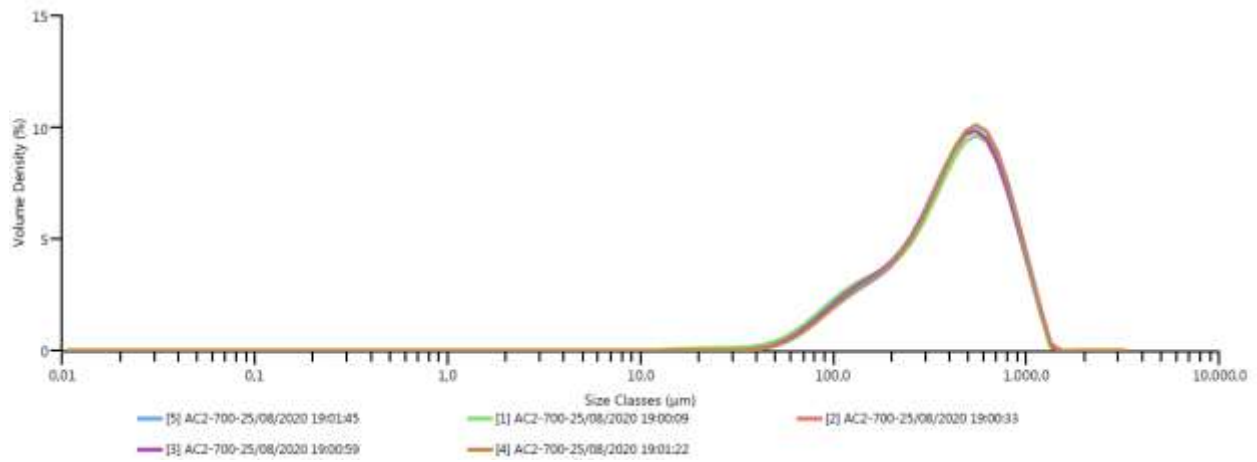
(a)



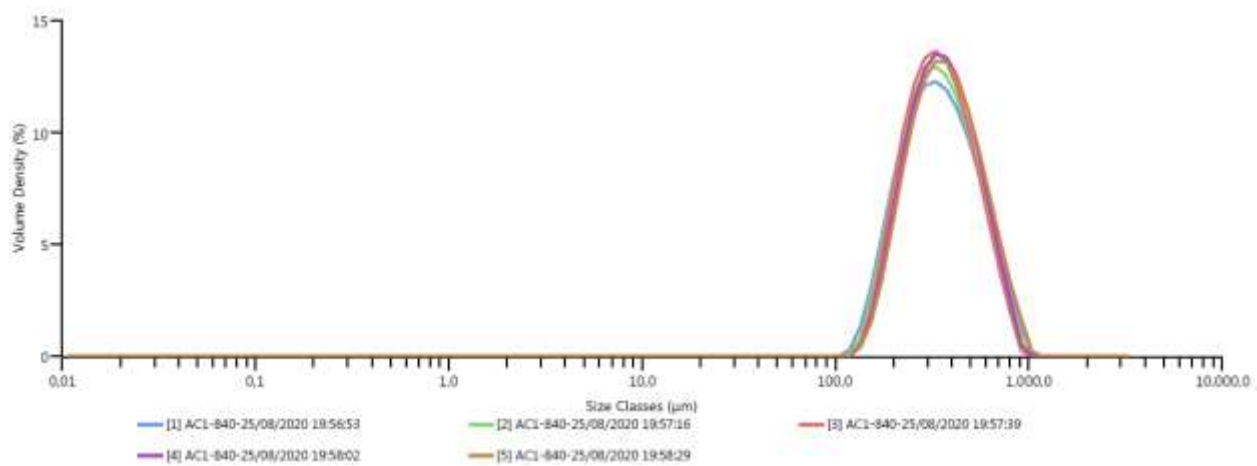
(b)



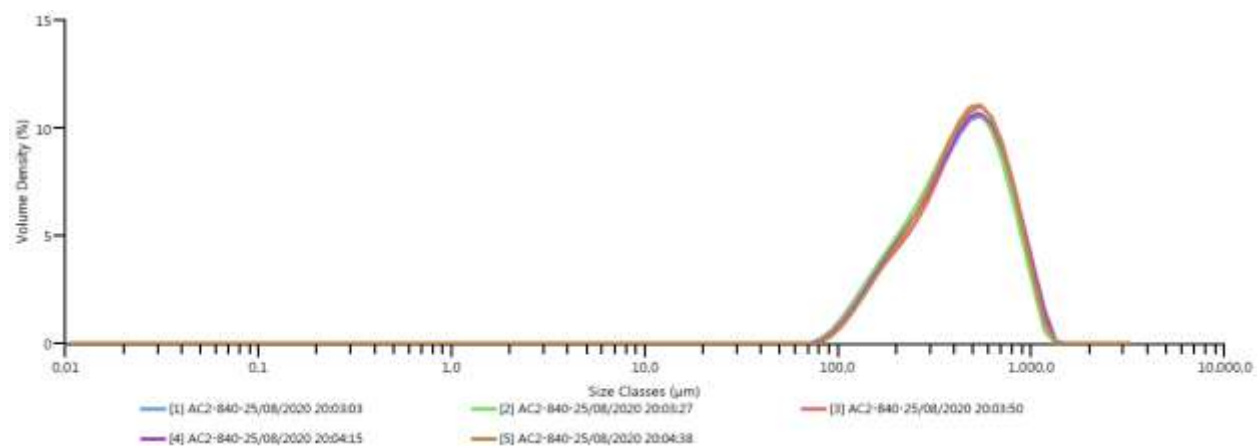
(c)



(d)



(e)



(f)

Fig. 1. Particle size distribution of synthesized AC samples; (a) AC1/560, (b) AC2/560, (c) AC1/700, (d) AC2/700, (e) AC1/840, (f) AC2/840

Table 1. D₁₀, D₅₀, and D₉₀ values of AC samples.

| Activated carbon sample | Size (µm) | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | D ₁₀ | D ₅₀ | D ₉₀ |
| AC1/560 | 168 | 376 | 757 |
| AC2/560 | 171 | 490 | 953 |
| AC1/700 | 110 | 312 | 674 |
| AC2/700 | 142 | 443 | 857 |
| AC1/840 | 192 | 339 | 624 |
| AC2/840 | 175 | 436 | 822 |

In the study of Aït-Aïssa et al. (2020), it was found that the particle size distribution of used activated carbon was less than 300 µm and was dependent on the form of the carbon (powder or grain) and the particle shape (spherical or heterogeneous shape).

Gokce et al. (2021) prepared activated carbon (AC) from low rank Rawdon coal by chemical activation using KOH. They observed from the distribution curves that the particle size distribution of the raw coal sample is wider than the demineralised coal sample. Most of the small particles are composed of finer liberalised mineral (inorganic) particles. On the other hand, the coarser particles include mainly organic coal fractions as well as small non-liberated particles. The D₁₀, D₅₀, and D₉₀ values for the Rawdon coal samples were 3.304, 19.190, and 53.048 µm. The raw coal sample contains coarser particles than the demineralised coal. The D₁₀, D₅₀, and D₉₀ values for the demineralised coal samples were 3.881, 15.122, and 34.861 µm.

CONCLUSIONS

In this study, the effect of impregnation ratio and activation temperature on the particle size of activated carbons obtained by KOH activation from pomace was investigated. Particle size and particle size distribution were affected by both impregnation ratio and activation temperature.

ACKNOWLEDGMENTS

This paper includes a part of the master thesis data of Meltem Şirazi. This research was funded by the Firat University Scientific Research Projects Management Unit (FUBAP) (MF.18.48).

REFERENCES

- Aït-Aïssa, A., Gerliani, N., Orlova, T., Sadeghi-Tabatabai, B., Aïder, M. (2020). Development of a process for color improvement of low-grade dark maple syrup by adsorption on activated carbon. *ACS Omega*, 5, 21084–21093.
- El-Hendawy, A.N.A., Samra, S.E., Girgis, B.S. (2001). Adsorption characteristics of activated carbons obtained from corncobs. *Colloids Surf.* 180, 209–221.
- Feng, P., Li, J., Wang, H., Xu, Z. (2020). Biomass-based activated carbon and activators: Preparation of activated carbon from corncob by chemical activation with biomass pyrolysis liquids. *ACS Omega*, 5, 24064–24072.

Gokce, Y., Yaglikci, S., Yagmur, E., Banford, A., Aktas, Z. (2021). Adsorption behaviour of high performance activated carbon from demineralised low rank coal (Rawdon) for methylene blue and phenol. *J. Environ. Chem. Eng.* 9, 104819.

Heidarinejad, Z., Dehghani, M.H., Heidari, M., Javean, G., Ali, I., Sillanpää, M. (2020). Methods for preparation and activation of activated carbon: A review. *Environ. Chem. Lett.* 18, 393–415.

Nasrullah, A., Khan, A.S., Bhat, A.H., Din, I.U., Inayat, A., Muhammad, N., Bakhsh, E.M., Khan, S.B. (2021). Effect of short time ball milling on physicochemical and adsorption performance of activated carbon prepared from mangosteen peel waste. *Renew. Energ.* 168, 723–733.

Pal, A., Thu, K., Mitra, S., El-Sharkawy, I.I., Saha, B.B., Kil, H.S., Yoon, S.H., Miyawaki, J. (2017). Study on biomass derived activated carbons for adsorptive heat pump application. *Int. J. Heat Mass Tran.* 110, 7–19.

Rezma, S., Birot, M., Hafiane, A., Deleuze, H. (2017). Physically activated microporous carbon from a new biomass source: Date palm petioles. *CR Chim.* 20(9/10), 881–887.

Sahu, J.N., Acharya, J., Meikap, B.C. (2010). Optimization of production conditions for activated carbons from Tamarind wood by zinc chloride using response surface methodology. *Bioresource Technol.* 101, 1974–1982.

Sultana, M., Rownok, M.H., Sabrin, M., Rahaman, M.H., Nur Alam, S.M. (2022). A review on experimental chemically modified activated carbon to enhance dye and heavy metals adsorption. *Cleaner Eng. Technol.* 6, 100382.

Tang, X., Ran, G., Li, J., Zhang, Z., Xiang, C. (2021). Extremely efficient and rapidly adsorb methylene blue using porous adsorbent prepared from waste paper: Kinetics and equilibrium studies. *J. Hazard. Mater.* 402, 123579.

URL-1 (2022). <https://www.malvernpanalytical.com/en/products/product-range/mastersizer-range/mastersizer-3000>.

Yağmur, H.K., Kaya, İ. (2021). Synthesis and characterization of magnetic ZnCl₂-activated carbon produced from coconut shell for the adsorption of methylene blue. *J. Mol. Struct.* 1232, 130071.

Yi, H., Nakabayashi, K., Yoon, S.H., Miyawaki, J. (2021). Pressurized physical activation: A simple production method for activated carbon with a highly developed pore structure. *Carbon* 183, 735–742.

Zhang, H., Yin, Y., Yang, L. (2008). Preparation of activated carbons from sawdust by chemical activation. *Adsorpt. Sci. Technol.* 26(7), 533–543.

BATI ANADOLU BÖLGESİ KEREVİZ ÜRETİM ALANLARINDA CELERY MOSAIC VIRUS İZOLATLARININ TESPİTİ VE GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİNİN BELİRLENMESİ*

DETECTION AND GENETIC DIVERSITY OF CELERY MOSAIC VIRUS ISOLATES FROM CELERY PRODUCTION FIELDS OF WESTERN ANATOLIA REGION IN TURKEY*

Ali KARANFİL¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4503-6344>

ÖZET

Kereviz üretimi yapılan tüm ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kereviz üretiminde verim ve kaliteyi etkileyen faktörlerin başında virüs ve virüs benzeri hastalıklar gelmektedir. Bu hastalıklardan bir tanesi de Celery mosaic virus (CeMV)'dir. CeMV dünyada ilk kez 1935 yılında ABD'den bildirilmiş olup, diğer ülkelerdeki varlığı ise son derece sınırlıdır. CeMV enfeksiyonu bilinen ülkelerden bir tanesi de ülkemizdir. Etmenin ülkemiz kereviz üretim alanlarındaki varlığı ilk kez 2019 yılında Çanakkale ilinden bildirilmiştir. Etmenin enfeksiyonunun oldukça az sayıda ülkeden bildirilmesine paralel olarak da CeMV'nin genetik çeşitliliğine yönelik dünyada yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda etmenin ülkemiz kereviz üretim alanlarındaki yaygınlığı ve genetik çeşitliliğinin ne olduğu bilinmemektedir.

Bu bağlamda Batı Anadolu bölgesi kereviz üretim alanlarında arazi çalışmaları gerçekleştirilerek, virüs ve virüs benzeri simptom gösteren 217 bitkiden örnekler alınmıştır. Alınan örnekler CeMV enfeksiyonu açısından RT-PCR ile testlenmiştir. Testlemeler sonucunda örneklerin 109 tanesinde CeMV enfeksiyonu tespit edilmiştir. Enfekteli bulunanlar içerisinde 10 tanesi seçilerek kılıf protein genine göre moleküler karakterizasyon çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda Türk izolatlarının genel olarak hem nükleotit hem de amino asit düzeyinde genel olarak birbirleri ile %96'nin üstünde sekans benzerliğine sahip olduğu görülmüştür. Dünya izolatları ile gerçekleştirilen çoklu dizi karşılaştırmalarında izolatların birbirleri ile Almanya izolatı hariç oldukça benzer olduğu ve genel olarak benzerlik oranının %97'nin üstünde olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen filogenetik analizler sonucunda ise CeMV izolatlarının coğrafik orijin temelli olarak Türk izolatlarının dünya izolatlarından ayrı bir grup oluşturduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: CeMV, RT-PCR, Filogenetik.

*Bu çalışma TÜBİTAK-TOVAG tarafından 120O802 proje numarası ile desteklenmiştir.

ABSTRACT

Virus and virus-like diseases are the main factors adversely affecting the yield and quality of celery production in Turkey, as in all countries where celery is produced. One of these diseases is Celery mosaic virus (CeMV). This causal agent was first reported from the USA in 1935 in the world, and its presence in other countries is extremely limited. The presence of CeMV in the celery production areas in Turkey was first reported from Çanakkale province in 2019. In parallel with the fact that the presence of CeMV was known in a few countries, there is no study performed in the world about the genetic diversity of CeMV. In this context, the prevalence and genetic diversity of the CeMV in celery production areas in Turkey are unknown.

For these reasons, field studies were carried out in the Western Anatolia region celery production areas, and samples were taken from 217 plants showing virus and virus-like symptoms. The samples taken were tested by RT-PCR for CeMV infection. As a result of the tests, CeMV infection was detected in 109 of the samples. Among the infected samples, 10 isolates were selected for molecular characterization works based on the coat protein gene. As a result of multiple sequence comparisons, it was determined that Turkish and other CeMV isolates have over 96% sequence homology each other excepting a German isolate. As a result of the phylogenetic analysis, Turkish isolates consist of a group apart from world isolates based on geographic origin.

Keywords: CeMV, RT-PCR, Phylogenetic.

*This study was supported by TUBITAK-TOVAG with the project number 120O802.

HEPATIC FVII ALLEVIATES METASTATIC CAPACITY OF TRIPLE NEGATIVE BREAST CANCERS

Begüm Kocatürk¹

¹Hacettepe University, Hacettepe University Cancer Institute, Department of Basic Oncology, Ankara, Turkey.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3657-6055>

Chantal Kroone²

²Leiden University Einthoven Laboratory for Experimental Vascular Medicine, Department of Internal Medicine, Leiden, The Netherlands.

Chris Tieken³

³Leiden University Einthoven Laboratory for Experimental Vascular Medicine, Department of Internal Medicine, Leiden, The Netherlands

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9605-5051>

Henri H. Versteeg⁴

⁴Leiden University Einthoven Laboratory for Experimental Vascular Medicine, Department of Internal Medicine, Leiden, The Netherlands

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4294-175X>

ABSTRACT

Triple negative breast cancers(TNBCs) lack the expression of estrogen and progesterone receptors(ER/PR) and HER2 protein. They account for 10-20% of all breast cancers and known to be more aggressive compared to other subtypes. The paucity of effective treatment options against TNBCs lead to decreased survival rate among patients. Its increased metastatic capacity further contributes to the higher mortality rate thus studies aiming to understand mechanisms lying behind TNBC metastasis are valuable. Previous studies have shown that coagulation system components are involved in the regulation of metastatic process thus we investigated the role of FVII in TNBC metastasis. Our data revealed that hepatic FVII impeded epithelial to mesenchymal transition(EMT) related gene expression and suppresses the activation of pathways related to EMT of cancer cells. Moreover, targeted knockdown of liver derived FVII in mice resulted in increased liver metastasis suggesting an inhibitory role for FVII at the secondary site. Next, we wanted to understand how FVII blocks the homing of cancer cells to the secondary organ. Former research showed that FVII protects barrier integrity of endothelial cells which in turn might block the cancer cell extravasation. We assessed endothelial permeability using intravenous injection of Evans Blue dye. However, we could not detect impairment of endothelial barrier function in hepatic FVII depleted mice showing the involvement of a different FVII-driven pathway in metastasis regulation. Overall, our data revealed FVII as a negative regulator of TNBC metastasis and may explain why anticoagulation based therapies are ineffective in the management of tumor progression.

Keywords: Coagulation, Oncology, FVII, Metastasis, Breast cancer, Medical biology

A REVIEW ON UTILIZATION OF BIOMASS TOWARD REALIZATION OF RENEWABLE ENERGY & CIRCULAR ECONOMY

Solomon Tosin Okeshina

Ladoke Akintola University of Technology, PMB 4000, Ogbomoso, Oyo State, Nigeria

Promise Goodness Adeleye

Department of Agriculture, University of Ilorin P.M.B 1515. Ilorin, Kwara State, Ilorin, Nigeria

Aderemi Timothy Adeleye

Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences (CAS), Dalian, China

Kayode Michael Oluwadare

University of Lagos, Lagos State, Nigeria

Gideon Oluwaseun Olayioye

Nigeria Immigration Services (NIS), Lagos State, Nigeria

Oludare O. Osiboye

School of Sciences, Tai Solarin College of Education, Omu-Ijebu, Ogun State, Nigeria

ABSTRACT

As the plans of all countries of the world for the implementation and speedy realization of the Sustainable Development Goals (SDGs) recently become more and more strong, it is evident that the source of energy at the moment and the current patterns of production and consumption are unsustainable in the long term. Most especially intense use of non-renewable energy is indirectly inimical to our environment and public human health. The current source of energy some of the countries use presently is non-renewable. Utilization of petroleum derived resources is unsustainable with reports of environmental degradation. Industrialization and population density have immensely contributed to high rate of energy consumption globally. Therefore, there is need to embark on the search and utilization of renewable energy in order to avoid breaking of sustainable limits with continuous utilization of non-renewable sources of energy which might further results to the depletion of natural resources beyond sustainable limits. In order to solve this issue global use of biomass as sustainable and renewable source of energy has been seen as alternative way to pursue Sustainable Development Goal 7 (SDG 7 or Global Goal 7) established by the United Nations General Assembly in 2015 and the major aim is to "Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all. Diligent pursuit of this goal will further enhance circular economy development. Continuous use of non-renewable source of energy would have huge impacts on our planet, in terms of climate change, environmental and land degradation, water stress, biodiversity loss and human health. By decoupling economic growth from resource use, setting global standards in product sustainability, keeping resource use within planetary boundaries and promoting the re-use of materials, circular economy may be the only sustainable economic model for the future through utilization of biomass.

Keywords: Circular Economy, Biomass, Renewable Energy, SDG-#7, Environment

EVALUATION OF DIGITAL INNOVATION APPROACH & ITS CONTRIBUTION TO ECONOMIC GROWTH DURING COVID-19 PANDEMIC

Promise Goodness Adeleye

Department of Agriculture, University of Ilorin P.M.B 1515. Ilorin, Kwara State, Ilorin, Nigeria

Aderemi Timothy Adeleye

Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences (CAS), Dalian, China

Solomon Tosin Okeshina

Ladoke Akintola University of Technology, PMB 4000, Ogbomoso, Oyo State, Nigeria

Kayode Michael Oluwadare

University of Lagos, Lagos State, Nigeria

Gideon Oluwaseun Olayioye

Nigeria Immigration Services (NIS), Lagos State, Nigeria

Oludare O. Osiboye

School of Sciences, Tai Solarin College of Education, Omu-Ijebu, Ogun State, Nigeria

ABSTRACT

In the heart of the global pandemic, the use of digital technologies has further increased and still increasing in order to support us globally in the fight against COVID-19 pandemic. Though before the existence of the present COVID- the health, education, social and economic, entertainment industries are the major sectors known for wide utilization of emerging technologies for effective and productive engagements globally. Now the Covid-19 pandemic has resulted to a wide utilization of digital technologies as a result of the social distancing norms and nationwide lockdowns proposed as to manage the situation and further prevent rise in cases. As we already know that almost all sectors were crippled with no function including economic sectors. In order to still serve clients and customers around the locality people and organizations globally have had to adjust and find a new and better ways of work and life for quick adaptation and further to grow economics. Therefore, we explore possible digital innovation approach and its contribution to manage economics during pandemic. An increase in digitalization is leading firms and educational institutions to shift to work-from-home (WFH). We emphasize on the relevancies of digital innovative approach to other sectors too. However, the regulation of the internet, a key resource, will be crucial post-pandemic. Digital money, too, assumes importance in crisis situations and research will address their adoption, consequences, and mode. Aspects of surveillance and privacy gain importance with increased digital usage. According to the State of Broadband 2019 Report, although internet user penetration rate is 51.2%, it is only 45% in developing countries and 20% in least developed countries. Therefore, more work is needed to be done in order to make digital technologies more accessible globally for implementation in other sectors apart from health and economics sectors as reviewed in the present work.

Keywords: COVID-19, Digital technologies, Economics, Health, Pandemics

EFFECTS OF ALGINATE-GELATIN RATIO ON CELL VIABILITY IN BIO-POLYMERIC MICROSPHERES

*Imge KUNTER*¹

¹Eastern Mediterranean University, Faculty of Pharmacy, Department of Molecular and Cancer Biology, Famagusta, North Cyprus via Mersin 10, Turkey.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5706-306X>

*Taqwa QASEM*²

²Eastern Mediterranean University, Faculty of Arts and Sciences, Polymeric Materials Research Laboratory, Department of Chemistry, Famagusta, T.R. North Cyprus via Mersin 10, Turkey.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8650-1655>

*Mustafa GAZI*²

²Eastern Mediterranean University, Faculty of Arts and Sciences, Polymeric Materials Research Laboratory, Department of Chemistry, Famagusta, T.R. North Cyprus via Mersin 10, Turkey.

²ORCID ID: [0000-0001-7736-752X](https://orcid.org/0000-0001-7736-752X)

ABSTRACT

In comparison to 2D systems, 3D tumor culture systems are better forms to mimic tumor behavior *in vitro*. Sustaining the vital roles of cancer cells outside the human body requires firmly specific parameters. It is essential to provide a specific range of nutrients and supplements to reach optimal growth and proliferation. Hydrogel beads are highly suitable materials for *in vitro* 3D cell cultures. 3D tumor culture systems are ideal models to mimic the tumor behavior in the human body and they are considered as an essential technique for anticancer investigation. Hence, advanced researches in the field of cancer are focusing on 3D culturing systems with various natural polymers to have a better understanding of the 3D behavior of cells in tissue-like structures *ex vivo*. The huge number of natural and synthetic polymers, as well as the ability to modify their Physico-chemical behaviors, enable us to adjust their mechanical properties for a wide range of biomedical applications. The purpose of this study is to evaluate the impacts of alginate-gelatin ratio on liver adenocarcinoma cells SK-Hep1 encapsulated in biopolymeric microspheres (cell spheroids). In order to form multicellular tumor spheroids, we utilized various concentrations of alginate and gelatin with SK-Hep1 adenocarcinoma cell line by using the simple droplet-based method. The culture was followed regularly up to 21 days and the morphology and size of tumor spheroids were assessed by phase-contrast microscopy. Results demonstrated that increasing gelatin concentration supports the proliferation of cells without disturbing the shape of the beads until 1.5% alginate and 0.5% gelatin. Though gelatin enhanced cell growth and proliferation, over 0.5% of gelatin in biopolymer disturbed the bio-polymeric bead morphology and they became amorphous. Our results indicated that cheap, compatible, biodegradable, non-toxic, and abundant bio-polymers like alginate and gelatin could be promising candidates to produce a suitable 3D cell culturing environment for cancer studies. Furthermore, this study illustrated that the ratio and different concentrations of these polymers also had a significant effect in terms of bead shape and spheroid formation.

Keywords: Alginate; Gelatin; Biopolymers; 3D cell culture; Cancer; SK-Hep1 spheroids

EFFECTS OF AFLATOXIN B1 ON EXPRESSION OF APOPTOSIS GENES DURING OOCYTE MATURATION

Abdollah Mohammadi-Sangcheshmeh^{1*}, *Atieh Hajarizadeh*²,

¹Department of Animal and Poultry Science, College of Aburairhan, University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran.

³Department of Microbiology, School of Biology, College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Oocyte maturation is an essential step for a successful fertilization and embryo development that depended on meiotic maturation, cytoplasmic maturation and molecular maturation. Aflatoxin is considered as one of the most harmful mycotoxins in the world for human food and animal feed. Previous reports revealed that Aflatoxin B1 (AFB1) can disrupt gamete development through inducing oxidative stress and apoptosis. In the present study, we evaluated the hypothesis that the developmental competence of ovine oocytes could be affected by AFB1 through expression of the profile genes involved in apoptosis (*Bax*, *Caspase3* and *Bcl-2*) of ovine oocytes *in vitro*. Ovaries were collected from adult ewes at a local slaughterhouse and transported to the laboratory. Cumulus oocyte complexes (COCs) were aspirated from follicles, then selected them with more than two layers of cumulus were matured for 24 h under concentrations of AFB1 (control, 10 and 50 μ M). Following IVM, fifty mature oocytes in each experimental group were separated from the cumulus cells and pooled in three biological replicates for total RNA extraction and RT-PCR analysis. All the samples were analysed in duplicate, and the average value of the duplicate was used for the quantification. The data were normalized to β 2m and 2- $\Delta\Delta$ Ct methodology was used for relative quantification. Expression of *βactin* transcript was used as an internal housekeeping gene. Relative gene expression level of different genes was analysed by one-way ANOVA. A probability of $P \leq 0.05$ was considered to be significant. According to our results, the expression of apoptosis genes (*Bax* and *Caspase3*) in the treated groups (10 and 50 μ M) was increased ($P < 0.05$), while the anti-apoptotic (*Bcl-2*) gene expression was significantly reduced when compared to the control group. Findings of this study show that exposure to AFB1 leads to initiate apoptosis through up-regulation of *Caspase3* and *Bax* as well as down-regulation of *Bcl-2* genes.

Key word: Aflatoxin B1, oocyte maturation, apoptosis.

RADIATION-FREE DIAGNOSTIC EXAMINATION IN DENTISTRY: A REVIEW

Rodolfo Reda¹

¹ Sapienza University of Rome, Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Oral and Maxillo Facial Sciences, Rome, Italy.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1532-6524>

Alessio Zanza¹

² Sapienza University of Rome, Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Oral and Maxillo Facial Sciences, Rome, Italy.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2062-8140>

Maurilio D'Angelo¹

² Sapienza University of Rome, Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Oral and Maxillo Facial Sciences, Rome, Italy.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Dario Di Nardo¹

² Sapienza University of Rome, Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Oral and Maxillo Facial Sciences, Rome, Italy

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5054-0828>

Gabriele Miccoli¹

² Sapienza University of Rome, Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Oral and Maxillo Facial Sciences, Rome, Italy

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0000-0000-0000>

Luca Testarelli¹

² Sapienza University of Rome, Faculty of Medicine and Dentistry, Department of Oral and Maxillo Facial Sciences, Rome, Italy

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3904-3000>

ABSTRACT

Background:

Ultrasonography is a non-invasive, radiation-free, method of diagnosing periapical lesions while radiologic methods are more common. Periapical lesions due to endodontic infection are one of the most common causes of periapical radiolucency that need to be distinguished to help determine the course of treatment, this can be decisive for a correct differential diagnosis and for the prognosis of the tooth.

This review aimed to examine the accuracy of ultrasound and compare it to radiographs in distinguishing these lesions in vivo. This narrative review aims to evaluate the current evidence for the application of magnetic resonance imaging (MRI), a radiation-free diagnostic exam, in some fields of dentistry. Radiographic imaging plays a significant role in current first and second level dental diagnostics and treatment planning. However, the main disadvantage is the high exposure to ionizing radiation for patients.

Methods: This review process followed the PRISMA guidelines. A literature search of databases (PubMed, Scopus, Embase, and Web of Science) was conducted without any restrictions on time. Articles available in English were included. The selection was done according to the inclusion and exclusion criteria. The QUADAS-2 tool was used to assess the quality of the studies. A search for articles on dental MRI was performed using the PubMed electronic database, and 37 studies were included. Only some articles about endodontics, conservative dentistry, implantology, and oral and craniofacial surgery that best represented the aim of this study were selected.

Results: The search provided a total of 87 articles, out of which, five were selected for the final review. In all the studies, ultrasound had higher accuracy in distinguishing periapical lesions. All the studies indicated a risk of bias, especially in patient selection. All the included articles showed that MRI can obtain well-defined images, which can be applied in operative dentistry.

Conclusion: Within limitations, the study indicates that ultrasound is a better diagnostic tool to distinguish periapical lesions compared to radiographs but further studies with well-designed, rigorous protocols and low risk of bias are needed to provide stronger evidence. This review highlights the potential of MRI for diagnosis in dental clinical practice, without the risk of biological damage from continuous ionizing radiation exposure.

Keywords: imaging; ultrasound; radiograph; periapical; lesions; diagnosis; MRI; Magnetic Resonance Imaging.

ELISA AND CULTURAL TECHNIQUES FOR IDENTIFICATION FUNGAL SPECIES FROM BEAN (PHASEOLUS VULGARIS L.)

Lina Farhad Hussein Ahmad

University of Duhok, College of science, Department of Biology ,Iraq

Asia Abdulhamid Mohammed Saadullah

University of Duhok, College of science, Department of Biology ,Iraq

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6166-4394>

ABSTRACT

In Iraq's Kurdistan, the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the most widely farmed legumes, with farmers growing various cultivar kinds. Because a variety of fungus can develop within bean grains under specific conditions, some of which have the ability to synthesis mycotoxins, a total of 50 bean samples were analyzed to determine their mycological contamination and ochratoxigenic potential. Ochratoxins are a class of natural nephrotoxic ,mutagenic and immunotoxic produced by fungi belonging to the *Aspergillus* section *Circumdati* and section *Nigeri*. *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius* , *A. niger*, *A.tubingensis* ,*P.verrucosum* and *P.nordicum* are the most prevalent ochratoxin producers. Ochratoxin A are produced mostly by *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius* .Three *Aspergillus* section *Nigeri* and section *Circumdati* (*A. niger*, *A. ochraceous*, and *A. carbonarius*) have been isolated and identified from samples. Enzyme Linked Immunosorbent Assay was used to detect and determine the amount of ochratoxin present (ELISA). The ratio of ochratoxigenic to non-toxigenic isolates was greater. ochratoxigenic potential was found in all of the *A. ochraceous* strains examined. ochratoxigenic potential of selected strains by ELISA technique varied from 100 to 150 ppb for *A. ochraceous* isolates, while levels of ochratoxin production ranged from 90 to 180 ppb for *A. carbonarius* isolates.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, Fungi, , ochratoxin, ELISA, Duhok.

EFFECT OF MHD BLOOD FLOW WITH VELOCITY, THERMAL AND CONCENTRATION SLIP BOUNDARY LAYER

Dr. Binyam Zigta

Wachemo University College of Natural and Computational Science

ABSTRACT

In this paper the effect of thermal radiation, chemical reaction, and viscous dissipation on MHD blood flow with stretching capillary velocity, thermal, and concentration slips boundary layer has been studied. The nonlinear partial differential equations are converted into a set of dimensionless ordinary differential equations using similarity transformations. Numerical solutions are obtained using MATLAB code. The effect of physical parameters i.e., velocity, thermal and concentration slip, thermal buoyancy parameter, Eckert number on flow variables i.e., velocity, temperature and concentration have been discussed graphically. The following important results are obtained from the numerical results: an increment in both velocity slip and thermal buoyancy results in an increment of the velocity of blood flow in permeable capillary; the temperature of blood flow in the wall of permeable capillary increases as the values of Eckert number and thermal slip increases; as the values of concentration slip increases the concentration of the blood flow in permeable capillary increases.

Key words: Permeable capillary, velocity slip, thermal slip, concentration slip, viscous dissipation.

THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTHY LIFE EXPECTANCY AND CHILDHOOD OBESITY

SAĞLIKLI YAŞAM BEKLENTİSİ İLE ÇOCUKLUK ÇAĞI OBEZİTE ARASINDAKİ İLİŞKİ

Uzm. Dr. Bülent Halaçlar

Adana Algomed Hastanesi Genel Cerrahi Kliniği, Adana / Turkey

ORCID ID: 0000-0003-4010-1298

ABSTRACT

Aim

In this study, it was aimed to examine the relationship between childhood obesity and healthy life expectancy.

Material and methods

In this study, World Bank Country Reports obesity prevalence (percentage) in children under 5 years old and World Health Organization "Healthy life expectancy from birth" data were used. WHO data was chosen as time-limiting, and the most recent data between 2000 and 2018 were evaluated. Research data were analyzed with temporal parity analysis, Spearman's rho correlation analysis and year-controlled partial correlation analysis.

Results

According to the results of the analysis, the prevalence of obesity in children under 5 years of age ranged from 3.8% to 11.1% and had a mean value of 8.58 ± 2.70 . While the childhood obesity rate was highest at 11.1% between 2013 and 2017, it had the lowest value at 3.8% in 2000. While the childhood obesity rate was highest at 11.1% between 2013 and 2017, it had the lowest value at 3.8% in 2000. While an increase was observed in childhood obesity until 2018, the rate decreased to 8.1% in 2018. The sign of healthy life from childhood ranged between 66 years and 68 years and had a value of 66.16 ± 1.30 . The sign of healthy life was 65 between 2000-2009, 67 between 2010-2014 and 68 between 2015-2018.. According to the results of Spearman's rho correlation analysis, there was a statistically significant and positive correlation between childhood obesity and healthy life expectancy ($r=0.677$).

Conclusions

It is necessary to effectively combat childhood obesity, especially under the age of five, in order to achieve more effective results in studies to increase healthy life expectancy, and to provide social gain from gastrointestinal diseases, nutrition, metabolism and related diseases.

Keywords: Obesity, healthy life, WHO, childhood.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, çocukluk çağı obezite ile sağlıklı yaşam beklenti arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlandı.

Yöntem: Çalışmada Dünya Bankası Ülke Raporları 5 yaş altı çocuklarda obezite prevalansı (yüzde) ve Dünya Sağlık Örgütü "Doğumdan itibaren sağlıklı yaşam beklentisi" verileri kullanıldı. DSÖ verileri zaman

açısından sınırlayıcı seçilerek, en güncel veriler olan 2000-2018 yılları arasındaki veriler değerlendirmeye alındı. Araştırma verileri zamansal parite analizi, Spearman's rho korelasyon analizi ve yıl kontrollü kısmi korelasyon analizi ile analiz edildi. Tüm analizler %95 güven aralığında ve 0.05 anlamlılık düzeyinde gerçekleştirildi.

Bulgular: Analiz sonuçlarına göre 5 yaş altı çocuklarda obezite prevalansı % 3.8 ile %11.1 oranında değişmekteydi ve ortalama 8.58 ± 2.70 değere sahipti. 2013-2017 yılları arasında çocukluk çağı obezite oranı %11.1 olarak en yüksek değerdeyken, 2000 yılında %3.8 oranla en düşük değere sahipti. 2018 yılına kadar çocukluk çağı obezitesinde artış gözlemlenirken, 2018 yılında oran %8.1'e düşmüştü. Çocukluktan itibaren sağlıklı yaşam belirtisi ise 68 yaş ile 66.16 yaş arasında değişmekte olup, 66.16 ± 1.30 değere sahipti. Sağlıklı yaşam belirtisi 2000-2009 yılları arasında 65 iken, 2010-2014 yılları arasında 67 ve 2015-2018 yılları arasında 68 olarak rapor edildi. Spearman's rho korelasyon analizi sonuçlarına göre çocukluk çağı obezite ile sağlıklı yaşam beklentisi arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde ilişki vardı ($r=0.677$).

Sonuç:

Sağlıklı yaşam beklentisini arttırmak için yapılan çalışmaların daha etkili sonuç vermesi, gastrointestinal hastalıklar, beslenme, metabolizma ve bunlarla ilişkili hastalıklardan toplumsal kazanım sağlamak için, beş yaş altı başta olmak üzere, çocukluk çağı obezitesi ile etkili mücadele etmek gerekir.

Anahtar Kelimeler: Obezite, sağlıklı yaşam, DSÖ, çocukluk çağı.

İRİSİN VE TİP 2 DİYABET (T2DM)
IRISIN AND TYPE 2 DIABETES (T2DM)

Dr. Reşit UĞRAN

Batman Üniversitesi Turizm Fakültesi, Batman, Türkiye

ORCID NO: 0000-0003-3431-8351

ÖZET

Obezite, son yıllarda dünya çapında bir salgın haline gelerek kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet ve metabolik sendrom (MetS) gibi bir çok hastalığın artmasına neden olmaktadır. Genetik faktörler, aşırı enerji alımı, yaşam tarzı ve yağlı yiyecekler obezitenin gelişmesine yol açmaktadır. Diyabet, pankreasın yeterince insülin üretememesi veya vücudun ürettiği insülini etkili bir şekilde kullanamaması sonucu ortaya çıkan kronik bir hastalık olarak tanımlanmaktadır ve dünya çapında hastalığın prevalansı gittikçe artmaktadır. Tip 2 diyabet (T2DM), vücudun enerji kaynağı olarak şekeri (glikoz) düzenleme veya kullanma şeklindeki bir bozukluktan kaynaklanan kronik bir hastalıktır. Bu kronik durum, kan dolaşımında çok fazla şekerin dolaşmasına neden olur. Sonuç olarak, yüksek kan şekeri seviyeleri dolaşım, sinir ve bağışıklık sistemlerinde bozukluklara yol açabilmektedir. İrisin, 2012 yılında fare iskelet kasından izole edilerek yeni keşfedilen bir hormondur. İnsanlarda egzersize yanıt olarak kaslardan salgılanan irisin hormonu, egzersizin kilo kaybı ve termoregülasyon gibi bazı yararlı etkilerine aracılık edebilmektedir. Bu nedenle son yıllarda irisin ve T2DM arasındaki ilişki araştırma konusu olmuştur. Bu konuyla ilgili hem ülkemizde hem yurt dışında sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Derlemenin amacı irisinin Tip 2 Diyabet (T2DM) üzerine etkilerini incelemek aynı zamanda irisinin T2DM ile ilişkisine yönelik yapılacak çalışmalar konusunda farkındalık yaratmaktır.

Anahtar Kelimeler: İrisin, Diyabet, Tip 2 Diyabet, Hormon, Metabolik sendrom

ABSTRACT

Obesity has become a worldwide epidemic in recent years, causing an increase in many diseases such as cardiovascular diseases, type 2 diabetes and metabolic syndrome (MetS). Genetic factors, excessive energy intake, lifestyle and fatty foods lead to the development of obesity. Diabetes is defined as a chronic disease that occurs as a result of the pancreas not producing enough insulin or the body's inability to use the insulin it produces effectively, and the prevalence of the disease is increasing worldwide. Type 2 diabetes (T2DM) is a chronic disease that results from a disorder in the way the body regulates and uses sugar (glucose) as an energy source. This chronic condition causes too much sugar to circulate in the bloodstream. As a result, high blood sugar levels can lead to disorders in the circulatory, nervous and immune systems. Irisin is a newly discovered hormone isolated from mouse skeletal muscle in 2012. In humans, irisin hormone secreted from the muscles in response to exercise can mediate some of the beneficial effects of exercise, such as weight loss and thermoregulation. For this reason, the relationship between irisin and T2DM has been the subject of research in recent years. A limited number of studies have been conducted on this subject both in our country and abroad. The aim of the review is to examine the effects of irisin on Type 2 Diabetes (T2DM) and to raise awareness about the studies to be done on the relationship of irisin with T2DM.

Keywords: Irisin, Diabetes, Type 2 Diabetes, Hormone, Metabolic syndrome

IMPACT OF NANOPARTICLE SHAPE ON MAGNETOHYDRODYNAMIC STAGNATION-POINT FLOW OF CARREAU NANOLIQUID: A COMPARATIVE STUDY

Dr. G.P. Ashwinkumar

Department of Mathematics, Vijayanagara Sri Krishnadevaraya University, Bellary, India

Dr. N. Sandeep

Department of Mathematics, Central University of Karnataka, Kalaburagi, India

ABSTRACT

In this paper, a numerical computational work is carried out to investigate the significance of nanoparticle shape on magnetohydrodynamic stagnation-point flow of Carreau nanoliquid caused by a horizontally moving thin needle. The drive and thermal transport nature of Ti6Al4V+Ethylene glycol nanoliquid under the stimulus of space-dependent heat source and magnetized force is discussed numerically. The novelty of this work is to obtain the simultaneous solutions for three different shapes of nanoparticles namely spherical, cylindrical and laminar. The flow governing partial differential equations are transformed into ordinary differential equations with appropriate similarity variables and solved numerically by using Runge–Kutta and Newton’s approach. Numerical outcomes of velocity and thermal distributions under the influence of different physical parameters are illustrated via graphical trends, wall friction and rate of heat transfer are interpreted using tabular values. It reveals from results that the thermal transfer performance of the Carreau nanoliquid is advanced when spherical shaped nanoparticles are used as compared with cylindrical and laminar-shaped nanoparticles. Also, it is witnessed that needle thickness parameter plays vital role in augmenting thermal transport rate of the nanoliquid.

Keywords: Carreau model, nanofluid, MHD, nanoparticle shape, thin needle, Sakiadis flow

IMPACT OF NONLINEAR RADIATION ON MAGNETOHYDRODYNAMIC FLOW OF HYBRID NANOFLUID WITH HEAT SOURCE EFFECT

Dr. G.P. Ashwinkumar

Department of Mathematics, Vijayanagara Sri Krishnadevaraya University, Bellary, India

Dr. N. Sandeep

Department of Mathematics, Central University of Karnataka, Kalaburagi, India

ABSTRACT

This investigation is performed to deliberate the novel significance of nonlinear thermal radiation effect on magnetohydrodynamic flow of Casson hybrid nanoliquid caused by a curved stretching sheet. The flow and thermal transport nature of three different hybrid nanoliquids in the stimulus of viscous dissipation, nonlinear radiation and magnetic force is discussed numerically. The novelty of this work is to obtain the simultaneous solutions for three different types of hybrid nanoliquids, they are obtained by suspending titanium alloy (Ti6Al4vs.) is composed of titanium, aluminum and vanadium in the ratio of 90:6:4 respectively and aluminium alloy (AA7075) is composed of Aluminum, Zinc, Magnesium and Copper nanoparticles in the ratio of 90:6:3:1 respectively with added metals Silicon, Ferrous and Magnesium. in three various working liquids viz. methanol, ethylene glycol and engine oil. The flow governing PDE's are transmuted into ODE's with suitable similarity transformation and solved by using Runge-Kutta and Newton's approach. Numerical outcomes of flow and temperature profiles are presented via graphical trends, also skin friction coefficient and rate of thermal transfer are illustrated via tabulated values. Major outcomes reveal that, inclusion of hybrid nanometer sized particles in pedestal liquid lead to an large hike in thermal transfer performance. Importantly, thermal transport rate and temperature profiles of the hybrid nanoliquid rises with improving nonlinear radiation values and these results are significant in nonlinear radiation case as compared with linear radiation case.

Keywords: hybrid nanofluid, MHD flow, curved stretching surface, viscous dissipation, nonlinear radiation.

SIMULTANEOUS SOLUTIONS FOR CONVECTIVE HEAT TRANSFER IN DUSTY-NANO AND DUSTY-HYBRID NANOLIQUIDS

Dr. G.P. Ashwinkumar

Department of Mathematics, Vijayanagara Sri Krishnadevaraya University, Bellary, India

Dr. N. Sandeep

Department of Mathematics, Central University of Karnataka, Kalaburagi, India

ABSTRACT

The present study investigates the heat transfer and flow behaviour of magnetohydrodynamic dusty-nano and dusty-hybrid nanoliquids caused by the stretched surface. We considered the copper oxide (CuO) and magnesium oxide (MgO) nanoparticle suspension in water (H₂O) as the base liquid. Similarity transformations are used to transform the partial differential equations to ordinary differential equations and solved by the Runge-Kutta Fehlberg 45 method with a shooting procedure. Outcomes of the velocity and thermal gradients for diverse physical impacts are depicted via plots and the skin friction factor and heat transfer rate are illustrated via tabulated values. Results reveal that dusty-hybrid nanoliquids and their conductive properties play an important role throughout the study. A growth in the mass concentration of dust particles augments the temperature and the Nusselt number, but the reverse reaction to the friction factor and velocity profile has been seen. The Eckert number has a propensity to magnify the temperature of the fluid phase and dust phase. The interaction of dust and nanoparticles extends to the greater heat transmission in the dust phase associated with the fluid phase. Hybridization showed a positive response in the heat transmission of the nanoliquid. The dusty hybrid-nano liquid shows higher heat dispersion compared to the dusty nanoliquid.

Keywords: Magnetohydrodynamics, dust particles, hybrid nanoliquid, convection.

STUDY OF THE EMC BEHAVIOR OF A PFC STRUCTURE

Mohamed MİLOUDİ

APELEC Laboratory, AZUR University.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6416-0204>

Houcine MİLOUDİ, Abdelber BENDAOU, Nassireddine BENHADDA

APELEC Laboratory, UDL University.

Abdelkader RAMİ

ICEPS Laboratory, UDL University.

ABSTRACT

Power electronics converters are increasingly used in industrial and domestic fields. At present, the design of these devices is becoming an important issue in companies, because the prototypes are expensive and the design phase, which is becoming more and more complicated with the increase in constraints, is mainly based on experience. engineers. Thus, the need for a design approach by optimization will become a primary concern of the industrial world. In this context, we have chosen a PFC structure (Power Factor Correction) as significant study support because it brings together most of the aspects that interest the designer of current switching power supplies, which requires an analysis of low-frequency performance vis-à-vis concerning sinusoidal absorption and at high frequency concerning electromagnetic compatibility (EMC). For dimensions, losses, and thermal aspects, it contains both passive and active elements. In our study, a system vision is adopted: each of the subsystems is modeled by its impedance and possibly an equivalent voltage source. For greater clarity, the proposed study is carried out in two stages. First, a brief description of EMC models in structures; a diode bridge rectifier and a chopper. The purpose of the proposed approach is to perform the modeling of our system. It either comes from EMC engineering or power electronics, and sometimes both. This simple and effective approach makes it possible to directly predict emission levels in the frequency domain without performing FFT (Fast Fourier Transform). In a second step, we will focus part of this chapter on the EMC impact of the diode bridge, which can be considered as a generator of HF electromagnetic pollution because of the covering of the diodes, the second part aims to develop an equivalent model of our system, capable of accounting for the level of disturbances acceptably.

Keywords: Power electronics, power factor correction, electromagnetic compatibility.

IVF TEDAVİLERİNDE ERKEK FAKTÖRÜ ŞİDDETİNİN ETKİLERİ THE EFFECTS OF MALE FACTOR INTENSITY IN IVF TREATMENTS

¹*Hatice Esra CAN*

¹Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Histoloji ve Embriyoloji, Sakarya, Türkiye

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5925-4345>

²*Özcan BUDAK*

²Sakarya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji, Sakarya, Türkiye

² ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2617-3175>

ÖZET

Yaptığımız çalışmada, sperm sayısının 15 milyon/ml ve üzeri hasta grubu ile 15 milyon/ml altında olan hasta grubu ve azospermi hasta grubu ile sperm enjeksiyonu sonrasında elde edilen fertilizasyon, embriyo gelişimi ve gebelik durumlarını karşılaştırmayı amaçladık. Aynı zamanda, erkek faktörünün infertilite endikasyonunun IVF başarısı üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçladık. Bu amaçla, Sakarya Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nin Tüp Bebek Merkezindeki hasta dosyalarını kullanarak retrospektif bir çalışma yaptık. Çocuk sahibi olamama nedeniyle merkeze gelen çiftlerimizden erkek faktörü endikasyonu olan hastaları araştırırken; hasta grubunun fertilizasyon, embriyo gelişimi gibi önemli parametreleri ile beraber gebelik sonuçları değerlendirildi. Karşılaştırma yapılırken kadın ve erkek hastanın yaşı, endikasyon durumları ve gebelik sonucu gibi parametreler incelendi ve hasta verileri istatistiksel olarak değerlendirildi. Çalışmamızda grupları karşılaştırmak için total oosit sayıları, MII oosit sayıları, fertilize olmuş yumurta sayısı, beşinci Grade 1 embriyo sayıları ve gebelik oranlarına bakıldı. Çalışmamızdaki kadın ve erkeklerin yaş ortalaması; kadın ve erkeklerin BMI leri, tedavide kullanılan total gonadotropin miktarları, arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi. Çalışmamızda üç farklı erkek infertilitesi görülen hastalarımızdan elde ettiğimiz spermiler ile yaptığımız ICSI işlemlerinde, toplam oosit sayısı, MII evresindeki oosit sayısı, fertilize olan oosit sayısı, 5.gün kaliteli embriyo sayıları ile ilgili karşılaştırmalar yapıldı. Üç grup arasında toplanan oosit, MII oosit sayıları arasında fark görülmedi. Fertilize oosit sayıları, 5.gün iyi kalite embriyo sayıları arasında Normozoospermi grubu anlamlı farklar görüldü. Çalışmamızda erkek faktörüne bağlı infertil olan çiftlerde gebelik oranları, oligozoospermik grubunda %32,56 TESE grubunda %13,04 ve normozoospermi grubunda ise %35,63 oranında gebelik gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Normozoospermik ve Oligozoospermik gruplar arasında gebelik oranlarına bakıldığında, ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmedi. Ancak Normozoospermi ve Oligozoospermi gruplarının TESE grubu ile yapılan ikili karşılaştırmalarda her iki grubun TESE grubuna göre daha yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek gebelik oranlarına sahip oldukları görüldü. Erkek endikasyonunun IVF başarısına etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bu retrospektif çalışmamızda gruplar arasında gebelik oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: İn vitro fertilizasyon, infertilite, azospermi, normozoospermi, oligospermi, erkek faktör

ABSTRACT

The purpose of this study is to compare patient group with sperm counts of 15 million/ml and above and patient group below 15 million/ml; azospermia patient group and embryo quality obtained after sperm

injection, as well as pregnancy status. Moreover, we aim to determine the effects of male factor infertility indication on IVF success. For this purpose, we conducted a retrospective study using the patient files at Sakarya University Training And Research Hospital, Infertility Center. While investigating patients with male factor indication among our couples who came to the center due to inability to have children, pregnancy results were evaluated together with important parameters such as fertilization and embryo development of the patient group. While comparing, the parameters such as the age of male and female, indication status, whether they smoke, which protocol is used, type of cycle, how many in vitro fertilization attempts, sperm preparation methods, how many oocytes were collected from the woman during the procedure, quality of collected oocytes, the condition of the egg on the first/second/third day, how many embryos she has at the end of the 5th day, volume-number-motility-progressive movement of sperm, on which day the embryo transfer was done, status of transferred eggs, number of embryos undergoing CRYO and pregnancy outcome were examined and patient data were evaluated statistically. There was no statistical difference between the total oocyte and MII oocyte event collected in ICSI two groups with aged sperm from patients from two different male infertility patients. Fertilized oocyte stolen, good quality embryo sample on the 5th day Normozoospermia class differed. Depending on our male factor, 13.04% and Normozoospermia were used in the staff working in infertile couples. According to the comparisons made between the three groups, there are differences in meaning as objects. No difference was found between Normozoospermia and similarigozoospermia in pairwise comparisons between the groups. However, Normozoospermia and Oligozoospermia group are the observations of a team whose two groups are higher with TESE training in pairwise comparisons of the TESE group. In this retrospective study, which was conducted to investigate the effects of male indication on IVF success, statistically significant differences were found between the groups in pregnancy rates.

Keywords: In vitro fertilization, infertility, azoospermia, normozospermia, oligospermia, male factor

KEKEME'Lİ ÇOCUKLARDA AMFİREGÜLİN DÜZEYLERİNİN HASTALIK ŞİDDETİ İLİŞKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

AN EVALUATION OF AMPHIREGULIN IN CHILDREN-WHO STUTTER AND ITS RELATIONSHIP TO SEVERITY

İlter Demirhan¹

¹Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programı, Elektronik-otomasyon Bölümü, SHMYO, Harran Üniversitesi, Sanlıurfa, 63090, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0054-7893

Erkan Oner²

²Biyokimya Anabilimdalı, Eczacılık Fakültesi, Mersin Üniversitesi, Mersin, 33090, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-6332-6484

Ergül Belge Kurutas³

³Tıbbi Biyokimya Anabilimdalı, Tıp Fakültesi, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 46090, Türkiye

ORCID ID:0000-0002-6653-4801

ÖZET

Kekemeliğin nedeni hakkında çok fazla araştırma olmasına rağmen, henüz tam olarak açıklığa kavuşturulmamıştır. Epidermal growth faktör reseptörü (EGFR), hücre büyümesi, farklılaşması ve çoğalmasında etkili, sinyal yollarında görev almaktadır. Amfiregülün, epidermal growth faktör ailesi üyesidir ve EGFR' ye bağlanarak mitojenik etki gösterir. Bu çalışmanın amacı, kekemelik grubu ile kontrol grubunu karşılaştırarak amfiregülün düzeylerini değerlendirmektir. Ayrıca amfiregülün düzeyleri ile kekemelik şiddeti arasındaki ilişkinin de değerlendirilmesi amaçlandı.

Çalışmaya 55 kişilik çalışma grubu ve 45 kişilik kontrol grubu olmak üzere toplam 100 kişi alındı. Hasta grubundaki kekemeliğin şiddeti, Kekemelik Şiddeti Ölçeği 3 (SSI) ile değerlendirildi. Hem hasta hem de kontrol grubundan kan örnekleri alınarak amfiregülün düzeyleri incelendi.

Kekemelik hastalarında amfiregülün düzeylerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlendi (tümü p:0.001). ROC analizinde, eğrinin altındaki alan 1.0 olarak amfiregülün için iyi bir tanısal değer vardı. SSI puanları ile amfiregülün değerleri arasında doğrudan, pozitif, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki belirlendi ($r = 0.784$, $p = 0.012$).

Çalışmanın sonuçları kekemelik hastalarının amfiregülün düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. %100 duyarlılık ve özgüllük ile özellikle amfiregülün 'nin bu hastaların tanı ve tedavisinde önemli olabileceği düşünülmektedir. Kekemeliğin şiddeti arttıkça amfiregülün 'nın da artması kekemelikte amfiregülün 'in önemli olduğunu düşündürdü.

Anahtar kelimeler: Amfiregülün, Kekemelik, Roc analizi

ABSTRACT

Although there is much research on the cause of stuttering, it has not yet been fully clarified. The epidermal growth factor receptor (EGFR) is involved in signaling pathways that are effective in cell growth,

differentiation and proliferation. Amphiregulin is a member of the epidermal growth factor family and has a mitogenic effect by binding to EGFR. The aim of this study is to evaluate amphiregulin levels by comparing the stuttering group with the control group. It was also aimed to evaluate the relationship between amphiregulin levels and the severity of stuttering.

A total of 100 people, 55 in the study group and 45 in the control group, were included in the study. The severity of stuttering in the patient group was evaluated with the Stuttering Severity Scale 3 (SSI). Blood samples were taken from both the patient and control groups, and the levels of amphiregulin were examined.

It was determined that amphiregulin levels in stuttering patients were statistically significantly higher than in the control group (all $p < 0.001$). In ROC analysis, there was a good diagnostic value for amphiregulin as the area under the curve was 1.0. A direct, positive, statistically significant correlation was determined between SSI scores and amphiregulin values ($r = 0.784$, $p = 0.012$). The results of the study showed that stuttering patients had higher amphiregulin levels than the control group. It is thought that especially amphiregulin with 100% sensitivity and specificity may be important in the diagnosis and treatment of these patients. As the severity of stuttering increased, the increase in amphiregulin made us think that amphiregulin is important in stuttering.

Keywords: Amphiregulin, Stuttering, Roc analysis

GİRİŞ

Günlük hayatımızın olmazsa olmazı, hayatı yönlendiren ve biçimlendiren bir unsur olan bireyler arası etkileşim, insan hayatında oldukça önemlidir. İnsanlar birbirleriyle etkileşimde bulunurken bunu “konuşma” yolu ile gerçekleştirmekte ve diğer insanlara aktarımda bulunmaktadır (1). Konuşmada kendisini ifade etme ve iletişim kurma olmak üzere iki temel işlev bulunmaktadır. İnsanın günlük hayatında önemli bir yer tutan ve çevresiyle etkileşimde bulunmasını sağlayan konuşmada herhangi bir bozukluğun olması, bireyin hayatını olumsuz yönde etkilemektedir (2). Dil ve konuşma bozukluklarından birisi olan kekemelik, ifade edilecek düşüncenin biliniyor olmasına rağmen seslerin istek dışı tekrara ya da kesintiye uğraması sonucu ifade edilememesine sebep olan konuşma bozukluğu olarak tanımlanmaktadır (3). Kekemelik sadece bir akıcılık bozukluğu olmayıp, tutumlar, kişilik özellikleri ve psikolojik durumla da ilişkili olmaktadır

Kekemelik genel olarak konuşmanın akıcılığındaki bir problemdir ve neden olan sebep tam olarak açıklanamamıştır. Bütün etnik grup ve kültürlerde görülebilmekte ancak farklı yaygınlık oranları sergilemektedir (4).

Kekemelik toplam nüfusun yaklaşık %1'inin hayatını olumsuz etkileyen, değişiklik gösteren ve istenmeyen bir konuşma bozukluğunu oluşturmaktadır. En yaygın görüldüğü dönem erken çocukluk dönemidir (5). Bazı araştırmacılar kekemeliğin genel olarak 2-5 yaşları arasında ortaya çıktığını, aniden ve şiddetli bir şekilde başladığını öne sürmekte ve bu yaşta başlamasının sebebi olarak genetik yatkınlık gibi yapısal etmenleri belirtmektedir (6). Erken çocukluk döneminde görülen kekemeliğin bu yaşta başlamasının sebebi olarak konuşmaya dair korkuların temellerinin bu yaşta atılması olduğu öne sürülmektedir (7). Kekemeliğin nedenlerine bakıldığında tek ve net bir görüş bulunmamakta; araştırmacılar farklı nedenlerden kaynaklandığını öne sürmektedir. Zorlu yaşam, korku ve kaygı, nörolojik faktörler ve ilaçlar, duygusal travma ve beyin yaralanmaları kekemeliğe neden olan genel faktörlerdendir (8).

Epidermal büyüme faktörü (EGF) ailesi, hücresel çoğalma, farklılaşma ve apoptozda önemli roller oynayan yapısal olarak benzer hücre düzenleyici proteinleri içerir. Amphiregulin (AREG) EGF ailesinin üyesidir (9,10). AREG, hücre farklılaşması ve çoğalması, doku onarımı, tümör gelişimi ve iltihaplanma dahil olmak üzere çok çeşitli fizyolojik ve patolojik süreçlerde yer alır (11,12). Romatoid artrit(RA), sistemik lupus eritematozus (SLE), Sjögren sendromu ve sedef hastalığı gibi çeşitli otoimmün hastalıklar için periferik kan ve dokularda artan AREG seviyeleri bildirilmiştir (13,14-15).

Kekemeliğin şiddeti için kullanılan Kekemelik Şiddeti Değerlendirme Ölçeği 3 (SSI-3) ise Riley tarafından 1994 yılında geliştirilmiştir. Hem erişkinlerde hem de çocuklarda kekemeliğin şiddetinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Kekemeliğin sıklığı, süresi ve fiziksel eşlikçileri için üç ayrı kategoride değerlendirme yapılır ve elde edilen puanların toplamı ile kekemeliğin şiddetine yönelik bir puan elde edilir. Toplam puanın 0-10 arasında olması çok hafif, 11-16 arasında olması hafif, 17-26 arasında olması orta, 27-31 arasında olması ileri ve 32 ve üzerinde olması ise çok ileri derecede kekemelik şiddetini işaret eder.

İlk kez yapılan bu çalışma ile, kekemelik grubu ile sağlıklı kontrol grubunun amfiregülin düzeylerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca geliştirilen ölçek yardımıyla kekemelik şiddetinin değerlendirilmesi

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Hastalar ve sağlıklı kontroller

Çalışmamıza Ekim 2020-Aralık 2020 tarihleri arasında Kahramanmaraş Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Polikliniğine başvuran bireyler dahil edildi. Çalışmaya 55 kekemelik tanısı almış hasta birey ile 45 sağlıklı kontrol grubu olmak üzere toplam 100 kişi alındı. Kekeme çocukların kekemelik şiddetleri ise Kekemelik Şiddeti Değerlendirme Ölçeği (Stuttering Severity Instrument 3; SSI-3) ile değerlendirildi. Hem hasta hem de kontrol grubundan kan örnekleri alınarak amfiregülin düzeyleri incelendi.

Serum AREG düzeylerinin ölçümü

Tüm kan örnekleri damar delinerek toplandı ve 30 dakika oda sıcaklığında pıhtılaştırıldı. Serum örnekleri daha sonra 3000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilerek ayrıldı ve analize kadar -30 °C'de saklanmak üzere steril tüplere dağıtıldı. Serum AREG üreticinin protokolüne göre ELISA (Human Ampiregulin (tespit aralığı; 15.6–1000 pg/mL) Kitleri ile ölçüldü. Her numune iki kopya halinde test edilmiştir.

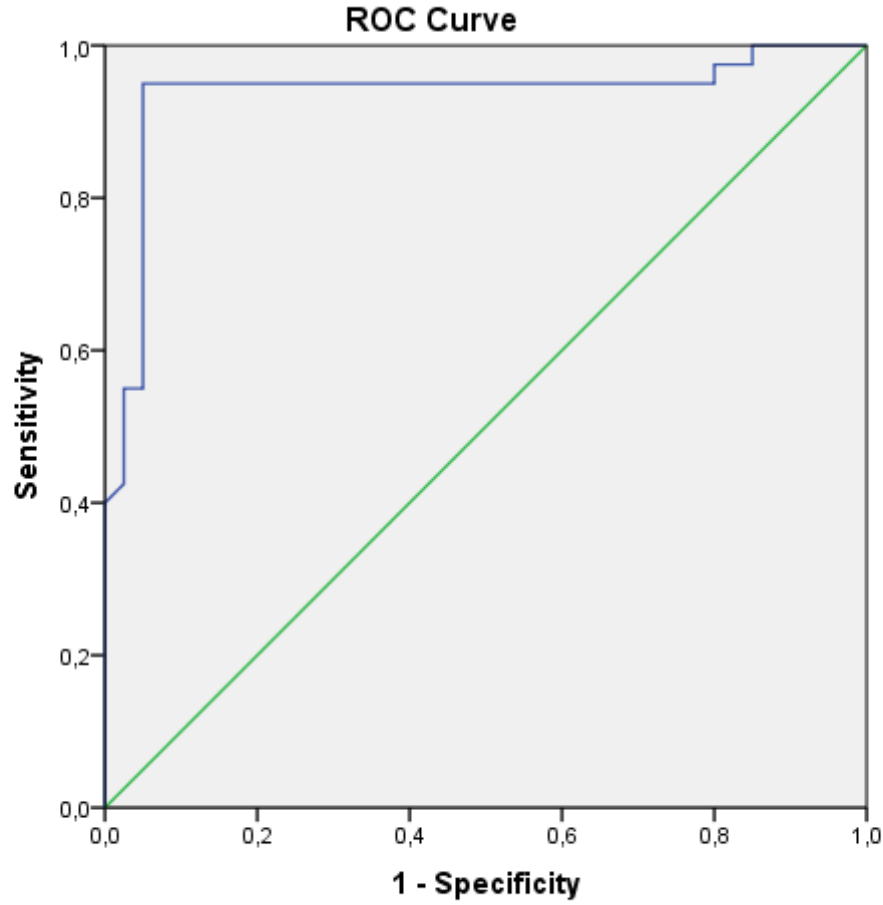
İstatistiksel analiz

İstatistiksel analiz için GraphPad Prism9 (GraphPad Software, San Diego, CA, ABD) kullanıldı. İki grup arasındaki karşılaştırmalar için eşleştirilmemiş bir t testi kullanıldı. Kategorik veri analizi için Fisher'in kesin testi kullanıldı. Korelasyon, pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirildi. $P < 0.05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Hastalar yapılacak işlem hakkında bilgilendirildi ve bilgilendirilmiş hasta onamları alındı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu ilkeleri uyarınca gerçekleştirildi.

Bulgular

Kekemeli çocuklar ile sağlıklı çocuklar amfiregülin düzeyleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için ROC eğrisi çizilmiştir (Şekil 1.).



Diagonal segments are produced by ties.

Şekil 1. Kekemeli ve sağlıklı çocuklarda ROC eğrisi analizi

Tablo 1. Kekemeli çocuklarda Amfiregülin düzeylerinin Roc eğri analizi

| Risk Faktörü | AUC 95% | p | Cut off | Sensitivity(%) | Specificity |
|--------------|---------------|-------|---------|----------------|-------------|
| 0.913 | (0.878-0.989) | 0.012 | 26.78 | 98.9 | 97.6 |

Abbreviations: AUC, area under the curve; ROC, receiver operating characteristic

Tablo 2. Kekemeli ve sağlıklı çocuk grubunda pearson korelasyon analizi sonucu

| | | <u>Amfiregülin</u> | <u>Grup</u> |
|--------------------|-----------------|--------------------|-------------|
| <u>Amfiregülin</u> | <u>r değeri</u> | 1 | ,784** |
| | <u>P değeri</u> | | ,012 |
| <u>Grup</u> | <u>N</u> | 100 | 100 |
| | <u>r değeri</u> | ,784** | 1 |

| | | |
|-----------------|------|-----|
| p değeri | ,012 | |
| N | 100 | 100 |

** . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

SONUÇ

Çalışmanın sonuçları kekemelik hastalarının amfiregülün düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. %100 duyarlılık ve özgüllük ile özellikle amfiregülün 'nin bu hastaların tanı ve tedavisinde önemli olabileceği düşünülmektedir. Kekemeliğin şiddeti arttıkça amfiregülün 'nin da artması kekemelikte amfiregülün 'nin önemli olduğunu düşündürdü.

KAYNAKÇA

1. Topbaş S, Maviş İ, Erbaş D. (2002): Sözel İletişim Geriliği Gözlenen ve Gözlenmeyen 0-3 Yaş Çocuklarının Erken İletişim Amaçlarının İşlevsel-İletişim Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Dil ve Konuşma Bozuklukları Eğitim, Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları.
2. Kirk S, Gallagher JJ, Coleman MR, Anastasiow NJ. (2011): Educating Exceptional Children, 13th Ed. USA: Wadsworth Cengage Learning.
3. Madanoğlu KG. (2015): Kekeme Çocuklar İçin Bir Tarama Çalışması ve Kekemlikle Baş Etme Konusunda Hazırlanmış Bir Programın Değerlendirilmesi, M. Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
4. Andrews G, Graig A, Feyer AM, Hoddinott S, Howie P. (1993): Stuttering: A Review of Research Findings and Theories Crica 1982. J. Speech Hear Disorders, 48; 226-246.
5. Guntupalli VK, Kalinowski J, Nanjundeswaran C, Saltuklaroglu T, Everha DE. (2006): Psychophysiological Responses of Adults Who Do Not Stutter While Listening to Stuttering. J Psychophysiology, 62; 1-8.
6. Yairi E, Ambrose GN. (1992): A longitudinal Study of Stuttering in Children: A Preliminary Report. J Speech Hear Res. 35; 755-760.
7. Yairi E, Ambrose GN. (2005): Early childhood stuttering. Texas :Proceed an International Publisher.
8. Sarı H. (2003): Özel Eğitime Muhtaç Öğrencilerin Eğitimleriyle İlgili Çağdaş Öneriler. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
9. Berasain C, Avila MA. (2014): Amphiregulin. Semin. Cell Dev. Biol. 2014, 28, 31–41.
10. Dao DT, Anez-Bustillos L, Adam RM, Puder M, Bielenberg DR. (2016): Heparin-binding epidermal growth factor-like growth factor as a critical mediator of tissue repair and regeneration. Am. J. Pathol. 188, 2446–2456.
11. Zaiss DMW, Gause WC, Osborne LC, Artis D. (2015): Emerging functions of amphiregulin in orchestrating immunity, inflammation, and tissue repair. Immunity, 42, 216–226.
12. Minutti CM, Modak RV, Macdonald F, Li F, Smyth DJ, Dorward DA, et al. (2019): A macrophage-pericyte axis directs tissue restoration via amphiregulin-induced transforming growth factor beta activation. Immunity, 50, 645–654.
13. Satoh K, Kikuchi S, Sekimata M, Kabuyama Y, Homma MK, Homma Y. (2001): Involvement of erbB-2 in rheumatoid synovial cell growth. Arthritis Rheum, 2001,44, 260–265.

14. Ishii T, Onda H, Tanigawa A, Ohshima S, Fujiwara H, Mima T. et al. (2005): Isolation and expression profiling of genes upregulated in the peripheral blood cells of systemic lupus erythematosus patients. *DNA Res*, 12, 429–439.
15. Bhagavathula N, Nerusu KC, Fisher GJ, Liu G, Thakur AB, Gemmell L, et al. (2005): Amphiregulin and epidermal hyperplasia: Amphiregulin is required to maintain the psoriatic phenotype of human skin grafts on severe combined immunodeficient mice. *Am. J. Pathol.* 166, 1009–1016.

KARAKTERİZE EDİLMEMİŞ PEPTİD (UNİPROTKB - A0A355SB92)'İN SARS COV-2 ANA PROTEAZ YAPISINDA PROTEİN-PEPTİD DOCKİNG YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ: İN SİLİCO ÇALIŞMA

INVESTIGATION OF UNCHARACTERIZED PEPTIDE (UNIPROTKB - A0A355SB92) IN SARS COV-2 MAJOR PROTEASE STRUCTURE BY PROTEIN-PEPTIDE DOCKING METHOD: IN SILICO STUDY

İlter Demirhan¹

¹Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programı, Elektronik-otomasyon Bölümü, SHMYO, Harran Üniversitesi, Sanlıurfa, 63090, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-0054-7893

Erkan Oner²

²Biyokimya Anabilimdalı, Eczacılık Fakültesi, Mersin Üniversitesi, Mersin, 33090, Türkiye

ORCID ID:0000-0002-6332-6484

Ergül Belge Kurutas³

³Tıbbi Biyokimya Anabilimdalı, Tıp Fakültesi, Sütcü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 46090, Türkiye

ORCID ID:0000-0002-6653-4801

Serap YALIN⁴

⁴Mersin üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilimdalı

ORCID ID: 0000-0002-1286-2172

ÖZET

Dünya çapında COVID salgını tehdidi büyük ölçüde artmıştır. Hali hazırda mevcut antiviral ilaçlara karşı ilaca dirençli COVID-19 suşlarının artan sıklığı, antiviral tedavi için de acilen yeni stratejilerin geliştirilmesini gerektirir. Terapötik peptitler alanındaki araştırmalar, 20. yüzyılın ikinci yarısında yoğun bir şekilde gelişmeye başladı. O zamandan beri, çeşitli peptitlerin etki mekanizmaları ve bunların antiviral beklentileri, virüslerin oluşturduğu küresel tehdit nedeniyle büyük ilgi gördü. Burada COVID-19 tedavisinde kullanılabilecek olan karakterize edilmemiş olan peptid yapısının protein peptid docking yöntemiyle bağlanma ilgisini araştırdık.

Anahtar Kelimeler: Protein-Peptid Docking, Sars Cov-2 Ana Proteaz, İn Silico

ABSTRACT

The threat of the worldwide COVID pandemic has greatly increased. The increasing incidence of drug-resistant strains of COVID-19 against currently available antiviral drugs urgently requires the development of new strategies for antiviral therapy as well. Research in the field of therapeutic peptides began to develop intensively in the second half of the 20th century. Since then, the mechanisms of action of various peptides and their antiviral prospects have received great attention due to the global threat posed by viruses. Here, we investigated the relevance of uncharacterized peptide structure, which can be used in the treatment of COVID-19, by protein peptide docking method.

Key words: Protein-Peptid Docking, Sars Cov-2 Main Proteaz, İn Silico

GİRİŞ

Genel olarak, bazı biyolojik aktif peptitler, bitkilerin veya memelilerin diğer savunma mekanizmalarıyla uyumlu olarak hareket eder [1 , 2 , 3] ve ökaryotik hücrelerin bakterilere, protozoalara, mantarlara ve diğer mikroorganizmalara karşı "kimyasal" korunmasının ilk biçimlerinden biri olarak kabul edilebilir. virüsler evrim süreci boyunca gelişmiştir [4 , 5]. Doğal peptidler Bu etkiler, 1970'lerden bu yana çalışılmış ve o zamandan bu yana, çeşitli terapötik aktiviteleri, Gram-negatif ve Gram-pozitif bakterilere [karşı önerilmiştir 6]. Peptit etki mekanizmaları yapılarına bağlıdır ve doğal peptitlerin veya kimyasal olarak sentezlenmiş benzerlerinin modifikasyonları ile geliştirilebilir. Doğal yapıların kitaplıklarının taranmasına ek olarak, yaygın olarak kullanılan faj gösterimi veya in silico yaklaşımlarla verimli peptitler seçilebilir [7].]. Peptitler, korunmuş yüzey proteinlerini taklit edecek veya bunlarla etkileşime girecek şekilde tasarlanabilir ve mutajenik kaymaya sahip çeşitli patojenler durumunda peptit dizisi, terapötik etkinliği korumak için modifiye edilebilir. Son yıllarda araştırmacılar, katı/sıvı faz sentezinden ticari ölçeğe kadar peptit sentez teknolojisini geliştirmek için çeşitli yöntemler araştırıyorlar. Ekonomik ve biyolojik beklentiler, Fosgerau [8] tarafından yapılan güçlü, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler (SWOT) analizinde iyi bir şekilde tartışılmıştır . İyi etkinlik, güvenli, seçicilik ve öngörülebilir metabolizma, peptit ilaç üretiminin güçlü yönleridir. Öte yandan, kimyasal ve fiziksel stabilite, hidrolize yatkınlık ve agregasyon eğilimi, peptid farmasötiklerinin zayıf yönleridir.

Antiviral peptitler, yaşam döngülerinin temel aşamalarını veya bağlanma, füzyon, konak hücre girişi, hücre içi viral replikasyon ve transkripsiyon, olgunlaşma ve viral enzimlerin inhibisyonu gibi bileşenlerini inhibe ederek virüsleri etkiler. Virüs partikülleri ile doğrudan etkileşim ve bunun viral patogeneze üzerindeki etkisi de bazı antiviral peptitler tarafından bildirilmiştir [9 , 10 , 11].

Bu çalışmanın amacı peptidlerin antiviral aktivitesini gösteren çalışmaların sayısının artması ve yeni antiviral ilaçlara yönelik acil ihtiyaç nedeniyle etkili ilaçlar haline gelebilecek ve halen üzerinde çalışılmakta olan en umut verici antiviral peptitlerden protein-peptid docking yöntemi ile SARS-COV-2 ana proteaz yapısına bu peptidlerin ilgisi belirlemektir.

METOD

Modelleme, esnek protein-peptid yerleştirme için CABS-dock web sunucusu kullanılarak (<http://biocomp.chem.uw.edu.pl/CABSdock/>) bağlanma bölgesi hakkında önceden bilgi sahibi olmadan gerçekleştirilmiştir. CABS-dock, bir bağlanma bölgesi için kör arama sırasında peptit yapısının tam esnekliğini ve protein fragmanlarının büyük ölçekli esnekliğini sağlar. CABS-dock sunucusunun ayrıntılı açıklaması ve kıyaslama testleri yakın zamanda açıklanmıştır [12,13] . CABS-dock uygulamalarının ve uzantılarının birkaç örneği de yakın tarihli bir yayında açıklanmıştır[13].

CABS-dock modelleme yöntemi, CABS kaba taneli modeli kullanılarak bir peptidin birleştirilmiş bağlanması ve katlanması etkin simülasyon şemasına dayanmaktadır. CABS, içsel olarak düzensiz bir peptidin katlanma ve bağlanma mekanizması [14], denatüre edilmiş durumdan katlanmış duruma küresel proteinlerin katlanma mekanizmaları [15, 16, 17] protein dinamiklerinin simülasyonu, neredeyse- doğal yapı dalgalanmaları [18, 19] ve protein yapısı tahminine dayanmaktadır[20]. CABS-dock otomatik protokolünde[12, 13], CABS kaba taneli simülasyonu, seçilen yeniden yapılandırılmış modellerin tüm atomlu yerel optimizasyonu ile birleştirilir.

GİRİŞ VERİLERİ

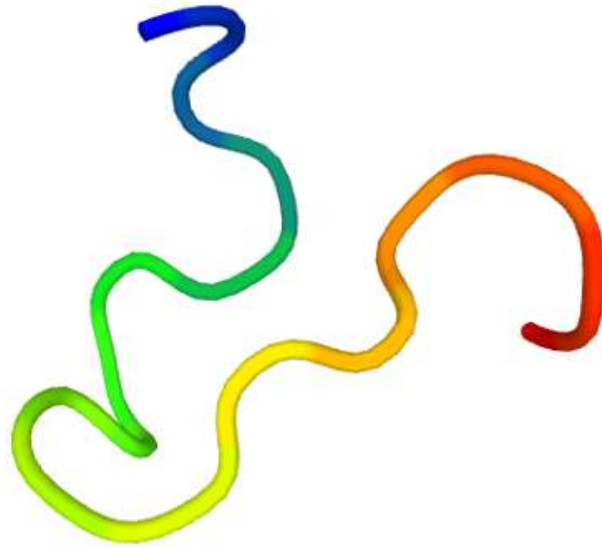
Sars Cov-2 ana proteaz yapısı (PDB ID: 6LU7) protein data bankdan alındı. Karakterize edilmemiş peptidin amino asit dizisi Uniprot'dan alındı. Karakterize işlemi içinde PEPFOLD kullanarak peptid yapısı karakterize edildi[21-26]

Tablo 1. Uncharacterized proteinin amino asit dizisi

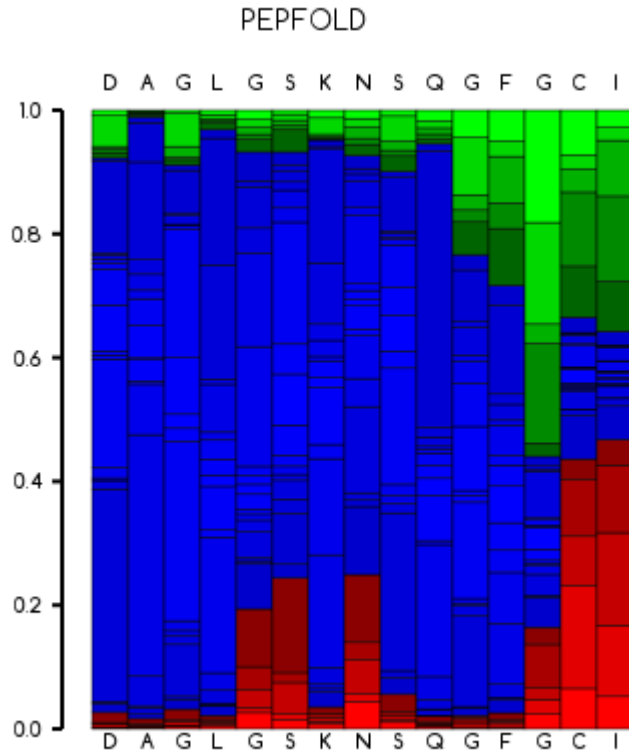
| Peptidler | Amino Asit Dizisi |
|-------------------------|---------------------------------|
| Uncharacterized protein | DDDYGHLRFGRNAKGMAKKYDDYGHMRF GK |

Bulgular

Karakterize edilmemiş peptid yapısının 3 boyutlu görüntüsü Şekil 1. de gösterilmiştir. Peptidin yapı tahmini hakkındaki ayrıntılı bilgi de Şekil 2 de gösterilmiştir. Şekil 2 de görünen renklerden mavi renk peptidin halka yapısını, kırmızı renk heliks yapısını ve yeşil renk uzamasını temsil ettiğini göstermektedir.



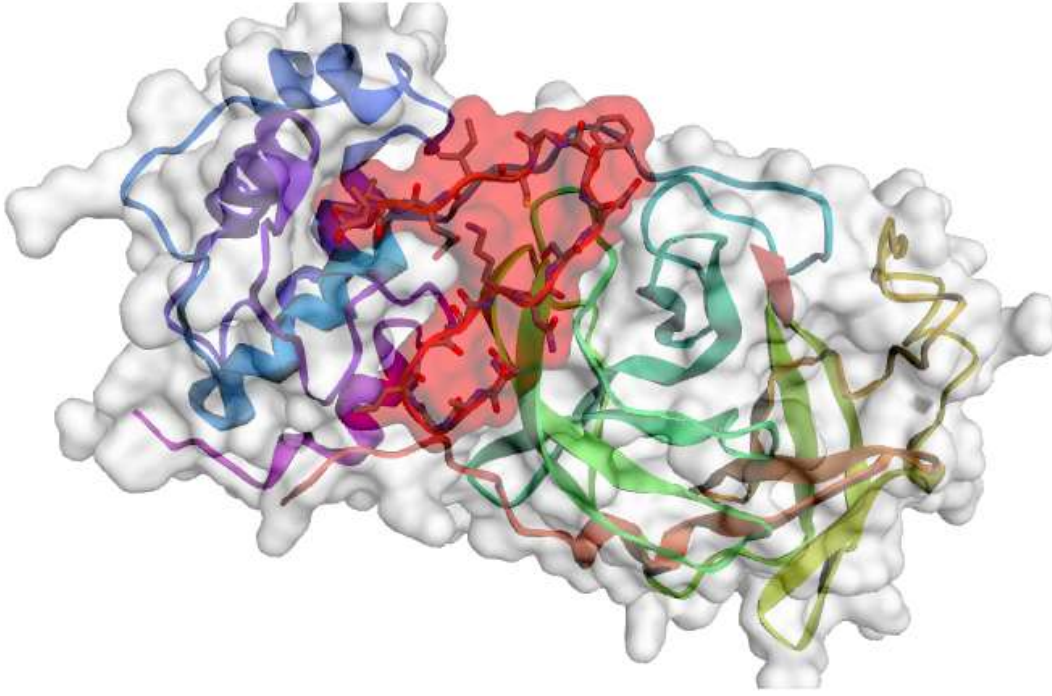
Şekil 1. Karakterize edilmeyen peptidin 3 boyutlu görüntüsü



Kırmızı: Heliks yapıyı temsil ediyor, Yeşil: Uzaması ile ilgili, Mavi: Halka yapısında

Şekil 2. Karakterize Edilmeyen Peptidin Yapı Tahmini

CABS dock ile yapmış olduğumuz protein peptid docking sonucuna göre en iyi bağlanma modeli Şekil 3 de gösterilmiştir. En iyi bağlanma skoru Tablo 2 de sunulmuştur. Karakterize edilmeyen peptidin amino asit dizileri ile eşleşen protein amino asit dizileri Şekil 4 de sunulmuştur.



Şekil 3. Protein-peptid yapısında en iyi bağlanma konformasyonu

Tablo 2. Protein-peptid docking skorları

| | RMSD |
|------------------------------------------|-------------|
| 1. Protein-Peptid Docking Modeli | 1.45 |
| 2. Protein-Peptid Docking Modeli | 5.61 |
| 3. Protein-Peptid Docking Modeli | 7.40 |
| 4. Protein-Peptid Docking Modeli | 7.84 |
| 5. Protein-Peptid Docking Modeli | 9.72 |
| 6. Protein-Peptid Docking Modeli | 11.39 |
| 7. Protein-Peptid Docking Modeli | 7.66 |
| 8. Protein-Peptid Docking Modeli | 10.26 |
| 9. Protein-Peptid Docking Modeli | 11.38 |
| 10. Protein-Peptid Docking Modeli | 13.85 |

Pairs of peptide/receptor residues closer than 4.5 Å in the selected complex

| Receptor residue | Peptide residue | Receptor residue | Peptide residue | Receptor residue | Peptide residue |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| GLU A 290 | LYS B 7 | GLU A 290 | ASP B 1 | GLU A 290 | SER B 6 |
| ASP A 289 | GLU B 16 | GLU A 288 | GLU B 16 | ASP A 289 | SER B 6 |
| GLU A 288 | SER B 6 | GLU A 288 | LEU B 4 | GLU A 288 | GLY B 5 |
| GLU A 288 | GLY B 3 | LEU A 287 | ILE B 17 | GLU A 288 | ALA B 2 |
| LEU A 287 | GLU B 16 | LEU A 286 | ILE B 18 | LEU A 287 | SER B 6 |
| LEU A 286 | ILE B 17 | ALAA 285 | ILE B 18 | LEU A 286 | LYS B 7 |
| ALAA 285 | ILE B 17 | SERA 284 | LEU B 4 | SERA 284 | GLY B 5 |
| GLY A 283 | LEU B 4 | META 276 | ILE B 18 | LEU A 282 | LEU B 4 |
| GLY A 275 | ILE B 18 | LEU A 271 | ILE B 18 | LEU A 272 | ILE B 17 |
| LEU A 271 | ILE B 17 | TYRA 239 | GLU B 16 | TYR A 239 | ILE B 17 |
| ASN A 238 | ILE B 15 | TRPA 207 | LEU B 4 | ASN A 238 | CYS B 14 |
| TRP A 207 | GLY B 3 | THRA 199 | ILE B 15 | THR A 199 | GLU B 16 |
| THR A 198 | ILE B 15 | ASPA 197 | GLY B 13 | ASPA 197 | CYS B 14 |
| ASPA 197 | PHE B 12 | THRA 196 | PHE B 12 | THR A 196 | GLY B 13 |
| GLY A 195 | PHE B 12 | ALAA 194 | GLN B 10 | ALAA 194 | PHE B 12 |
| VAL A 171 | GLN B 10 | LYS A 137 | ASN B 8 | THR A 169 | GLN B 10 |
| LYS A 137 | LYS B 7 | ARG A 131 | SER B 9 | LYS A 137 | ASP B 1 |
| ARG A 131 | LYS B 7 | LYS A 5 | ALA B 2 | LYS A 5 | GLY B 3 |
| LYS A 5 | ASP B 1 | PHE A 3 | LEU B 4 | ARG A 4 | GLY B 3 |
| PHE A 3 | GLY B 3 | | | | |

Şekil 4. Karakterize edilmeyen peptidin amino asit dizileri ile eşleşen protein amino asit dizileri

SONUÇ

Yapmış olduğumu çalışma sonuçlarına göre bağlanma tahminin değerlendirilmesi Yüksek kaliteli tahmin: $rmsd < 3 \text{ \AA}$, Orta kalitede tahmin: $3 \text{ \AA} \leq rmsd \leq 5,5 \text{ \AA}$, Düşük kaliteli tahmin: $rmsd > 5,5 \text{ \AA}$ olarak tanımlanmaktadır. En iyi bağlanma bölgesi RMSD skoru 1.45 olarak bulunmuş olup yüksek kaliteli tahmin yapıldığı düşünülmektedir. Diğer yapılacak çalışmalar için bu çalışma öncülük edecektir.

KAYNAKLAR

1. Wiesner J., Vilcinskas A. Antimikrobiyal peptitler, insan bağışıklık sisteminin eski kolu. *Virölans.* 2010; 1 :440–464. doi: 10.4161/viru.1.5.12983. [PubMed] [CrossRef] [Google Akademik]
2. Mandal SM, Silva ON, Franco OL Antimikrobiyal peptitli rekombinant probiyotikler: Bağışıklığı baskılanmış hastalarda bağışıklık tepkisini iyileştirmek için ikili bir strateji. *İlaç Teşhisi Bugün.* 2014; 19 :1045-1050. doi: 10.1016/j.drudis.2014.05.019. [PubMed] [CrossRef] [Google Akademik]
3. Nizet V., Ohtake T., Lauth X., Trowbridge J., Rudisill J., Dorschner RA, Pestonjamas V., Piraino J., Huttner K., Gallo RL Doğal antimikrobiyal peptid, cildi istilacı bakteriyel enfeksiyondan korur. *Doğa.* 2001; 414 :454-457. doi: 10.1038/35106587. [PubMed] [CrossRef] [Google Akademik]
4. Tew GN, Clements D., Tang HZ, Arnt L., Scott RW Bir abiyotik konak savunma peptidinin antimikrobiyal aktivitesi. *Biyokimya. Biyofiz. Acta.* 2006; 1758 :1387-1392. doi: 10.1016/j.bbamem.2006.03.001. [PubMed] [CrossRef] [Google Akademik]

5. Silva RR, Avelino K., Ribeiro KL, Franco OL, Oliveira MDL, Andrade CAS Mikroorganizma teşhisi için mikrobiyal peptidlere dayalı optik ve dielektrik sensörler. *Ön. Mikrobiyol.* 2014; 5 :1–7. doi: 10.3389/fmicb.2014.00443. [PMC ücretsiz makale] [PubMed] [CrossRef] [Google Akademik]
6. Hale JD, Hancock RE Katyonik antimikrobiyal peptitlerin bakteriler üzerindeki alternatif etki mekanizmaları. *Uzman Rev. Anti Infect. orada.* 2007; 5 :951–959. doi: 10.1586/14787210.5.6.951. [PubMed] [CrossRef] [Google Akademik]
7. Hadley EB, Hancock REW Yeni katyonik antimikrobiyal peptitlerin keşfi ve geliştirilmesi için stratejiler. *Kör. Tepe. Med. Kimya* 2010; 10 :1872–1881. doi: 10.2174/156802610793176648. [PubMed] [CrossRef] [Google Akademik]
8. Fosgerau K., Hoffmann T. Peptid terapötikleri: Mevcut durum ve gelecekteki yönler. *İlaç Teşhisi Bugün.* 2015; 20 :122–128. doi: 10.1016/j.drudis.2014.10.003. [PubMed] [CrossRef] [Google Akademik]
9. Agarwal G., Gabrani R. Antiviral eptides: tanımlama ve alidasyon. *Int. J.Pept. Araş. orada.* 2020:1–20. [PMC ücretsiz makale] [PubMed] [Google Akademik]
10. Mustafa S., Balkhy H., Gabere MN Orta Doğu solunum sendromu (MERS) için potansiyel terapötik bileşenler olarak peptitlerin güncel tedavi seçenekleri ve rolü: bir inceleme. *J. Enfeksiyon. Halk Sağlığı.* 2018; 11 :9–17. [PMC ücretsiz makale] [PubMed] [Google Akademik]
11. Moravej H., Moravej Z., Yazdanparast M., Heiat M., Mirhosseini A., Moosazadeh Moghaddam M., Mirnejad R. Antimikrobiyal peptitler: bakterilerde özellikleri, etkileri ve direnç mekanizmaları. *Mikrop. İlaç Direnci.* 2018; 24 :747-767. [PubMed] [Google Akademik]
12. D. Betel, K.E. Breitkreuz, R. Isserlin, D. Dewar-Darch, M. Tyers, C.W. Hogue, Structuretemplated predictions of novel protein interactions from sequence information, *PLoS computational biology*, 3 (2007) 1783-1789.
13. M. Nielsen, C. Lundegaard, T. Blicher, K. Lamberth, M. Harndahl, S. Justesen, G. Roder, B. Peters, A. Sette, O. Lund, S. Buus, NetMHCpan, a method for quantitative predictions of peptide binding to any HLA-A and -B locus protein of known sequence, *PloS one*, 2 (2007)e796.
14. J. Wabik, S. Kmiecik, D. Gront, M. Kouza, A. Kolinski, Combining Coarse-Grained Protein Models with Replica-Exchange All-Atom Molecular Dynamics, *Int J Mol Sci*, 14 (2013) 9893-9905.
15. M. Jamroz, A. Kolinski, S. Kmiecik, CABS-flex: Server for fast simulation of protein structure fluctuations, *Nucleic acids research*, 41 (2013) W427-431.
16. M. Jamroz, M. Orozco, A. Kolinski, S. Kmiecik, Consistent View of Protein Fluctuations from All-Atom Molecular Dynamics and Coarse-Grained Dynamics with Knowledge-Based Force-Field, *Journal of Chemical Theory and Computation*, 9 (2013) 119-125.
17. M. Jamroz, A. Kolinski, S. Kmiecik, CABS-flex predictions of protein flexibility compared with NMR ensembles, *Bioinformatics*, 30 (2014) 2150-2154.
18. R. Zambrano, M. Jamroz, A. Szczasiuk, J. Pujols, S. Kmiecik, S. Ventura, AGGRESCAN3D (A3D): server for prediction of aggregation properties of protein structures, *Nucleic acids research*, doi: 10.1093/nar/gkv359 (2015).
19. K. Steczkiewicz, M.T. Zimmermann, M. Kurcinski, B.A. Lewis, D. Dobbs, A. Kloczkowski, R.L. Jernigan, A. Kolinski, K. Ginalski, Human telomerase model shows the role of the TEN domain in

- advancing the double helix for the next polymerization step., Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108 (2011) 9443-9448.
20. M. Kurcinski, A. Kolinski, Hierarchical modeling of protein interactions., Journal of Molecular Modeling, 13 (2007) 691-698.
 21. Camproux AC, Gautier R, Tuffery P. A hidden markov model derived structural alphabet for proteins. J Mol Biol. 2004 Jun 4;339(3):591-605.
 22. Maupetit J, Derreumaux P, Tuffery P. A fast and accurate method for large-scale de novo peptide structure prediction. J Comput Chem. 2010 Mar;31(4):726-38.
 23. Maupetit J, Tuffery P, Derreumaux P. A coarse-grained protein force field for folding and structure prediction. Proteins. 2007 Nov 1;69(2):394-408.
 24. Kaur H, Garg A, Raghava GP. PEPstr: a de novo method for tertiary structure prediction of small bioactive peptides. Protein Pept Lett. 2007;14(7):626-31.
 25. Wang Z, Eickholt J, Cheng J. APOLLO: a quality assessment service for single and multiple protein models. Bioinformatics. 2011 27(12):1715-6.
 26. Beaufays J, Lins L, Thomas A, Brasseur R. In silico predictions of 3D structures of linear and cyclic peptides with natural and non-proteinogenic residues. J. Pept. Sci. 2011; epub ahead of print.

IMMOBILIZATION AND OPTIMIZATION PARAMETERS PRODUCTION OF LIPASE ISOLATE FROM *SERRATIA SP.*

*Nehal Fatima*¹

University Hassiba Ben Bouali, Faculty of life Sciences, Department of Bitechology, Chlef, Algeria

*Zidane Azzedenia*²

University Hassiba Ben Bouali, Faculty of life Sciences, Department of Biology, Chlef, Algeria

*Metlef Sarra*³

University Hassiba Ben Bouali, Faculty of life Sciences, Department of Biology, Chlef, Algeria

ABSTRACT

The purpose of this research was to carry out a screening of lipolytic strain. Different samples taken from various sources (Tradionnal and land use) were used to isolate bacterial strain lipolytic. Growth monitoring and metering of the lipase activity was performed. The best producing spices lipase in our case is *Serratia rubidaea*, which was isolated from the greasy soil and was identified by molecular way using universal primers. The gene encoding this molecular marker was amplified by PCR from genomic DNA. This enzyme has an optimum temperature of 37°C and a optimum pH of 8. This enzyme was also active in absence of calcium ions and has an activity of 8U/ml using olive oil emulsion as substrate. Optimization lipase production parameters using Box Benken logicial show that glucose, Mn and K are the most significant on the lipolytic reponses. PVA/boric acid/ Starch/CaCO₃ was utilized as a carrier for lipase covalent immobilization for efficient use. The Scanning Electron Microscopy (SEM) technique and the Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) method confirmed the covalent attachment success and the excellent carrier characteristics. Indeed, the immobilization yield attained 73.5% and the optimum temperature was shifted from 40°C to 65°C. The immobilized lipase kept 80 % of its total activity at 10 cycles and had 3 and 3.2-fold half-lives at 70°C, and 80°C respectively compared to the free enzyme.

Keywords: lipase activity scening, *Serratia* , Optimisation parameters, immobilization.

THE THERAPEUTIC EFFECTS OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS ON THE GUT MICROBIOME IN PATIENTS WITH PSORIASIS

Major Giurgiu Gheorghe¹

¹Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5449-2712>

Prof. Dr. Cojocaru Manole²

²Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6871-577X>

ABSTRACT

Background Psoriasis is a common and chronic dermatological disease considered as a systemic inflammatory disorder. A growing body of evidence highlights that intestinal dysbiosis is associated with the development of psoriasis. The gut-skin axis is the novel concept of the interaction between skin diseases and microbiome through inflammatory mediators, metabolites and the intestinal barrier. Restoration of the microbiome is a therapeutic strategy for psoriasis.

The objective of this study was to summarize the potential action of Deniplant nutraceuticals in psoriasis on inflammation.

Materials and methods We conducted a systematic review of studies investigating intestinal microbiome in psoriasis. To identify studies comparing gut microbiome composition in patients with psoriasis and normal healthy controls. The use of Deniplant nutraceuticals could be interesting in disease management.

Results However, the association of psoriasis with gut dysbiosis is mainly based on limited studies with small number of patients involved. All studies confirmed the association of psoriasis and gut microbiota dysbiosis. This paper provides a detailed and comprehensive systematic review regarding gut microbiome in patients with psoriasis. It is still not clear whether psoriasis is an effect or a cause of the observed disbalance between beneficial and pathogenic microbes.

Conclusion There is a significant association between alterations in gut microbial composition and psoriasis. More unified methodological standards in large-scale studies are needed to understand microbiota's contribution to psoriasis pathogenesis and its modulation as a potential therapeutic strategy. The changes in microbiome under psoriasis treatment can serve as a potential biomarker of positive response to the Deniplant nutraceuticals.

Keywords: microbiome, psoriasis, gut-skin axis, gut barrier, Deniplant nutraceuticals

ПРИЧИНА НАГРЕВА МИШЕНИ НЕЙТРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НГ-150 И СПОСОБ ЕЕ ОХЛАЖДЕНИЯ

Абдурасулов Отабек Хатам ўгли

Магистрант Национального Университета Узбекистана

Недавние эксперименты поставили задачу пересмотреть систему охлаждения тритиевой мишени с учетом того, что поток нейтронов осуществляется на граничных значениях. Расчеты производились по заданным размерам. В нейтронном генераторе НГ-150 дейтроны ускоряются в ускорительной камере. Это создает вакуум в ускорительной камере. Примечательно, что даже частицы воздуха оказывают большое влияние на процесс. Дейтроны разгоняются до 120 кэВ с помощью каскадных генераторов. Неверно говорить, что дейтрон ускоряется именно до 120 кэВ, потому что его значение может быть выше или ниже 120 кэВ. Но это определено около этого значения. Номинальный ток нейтронного генератора НГ-150 составляет около $1 \div 3$ мА. Если мы предположим, что заряд дейтрона равен заряду электрона, мы можем стремиться определить, сколько частиц дейтрона достигает мишени за секунду:

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Данный: $I = 1 \div 3$ мА $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл $t = 1$ секунды $N_{\text{кол. дейтронов}} = ?$ | Формула: $q = N \cdot e$ $q = I \cdot t$ $N = (I \cdot t) / e;$ | Решение: $N = \frac{I \cdot t}{e} = \frac{(1 \div 3 \text{ мА}) \cdot 1 \text{ секунды}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}$ $N = 6,25 \div 18,75 \cdot 10^{15}$ дейтронов |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Это означает, что тритиевая мишень достигает $6,25 \div 18,75 \cdot 10^{15}$ заряженных частиц в секунду. Это приводит к его перегреву. Массу мишени вместе с вращающимся диском можно принять равной 0,5 кг. Теперь посчитаем, на сколько градусов она поднимается каждую секунду. Используя таблицы, приведем следующие значения удельной теплоемкости титана:

Таблица 1: Удельная теплоемкость титана

| Химический элемент | t, °C | C | | C _p | |
|--------------------|-------|-----------|------------|----------------|------------|
| | | кЖ/(кг·К) | кЖ/(кг·°C) | кЖ/(кг·К) | кЖ/(кг·°C) |
| Титан | 20 | 0,611 | 0,146 | - | - |
| | 200 | - | - | 0,629 | 0,150 |

Из таблицы 1 видно, что удельная теплоемкость титана при комнатной температуре составляет 146 Ж/(кг·°C). Теперь давайте узнаем, на сколько градусов поднимается температура мишени за секунду.

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Данный: $E_d = 100 \div 150$ кэВ $N = (6,25 \div 18,75) \cdot 10^{15}$ $M_{\text{мишень}} = 0,5$ кг $c = 146$ Ж/(кг·°C) $\Delta t = ?$ | Формула: $Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ $Q = N \cdot E_d$ $\Delta t = (N \cdot E_d) / (c \cdot m)$ | Решение: $Q = (100 \div 150) \text{ кэВ} \cdot (6,25 \div 18,75) \cdot 10^{15}$ $Q = 100 \div 300$ Ж $\Delta t = \frac{100 \div 300 \text{ Ж}}{0,5 \cdot 146} = 1,37 \div 4,11 \text{ } ^\circ\text{C}$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Это означает, что при попадании дейтронов в мишень средняя температура мишени повышается на $1,37 \div 4,11$ °С в секунду. Если тритиевая мишень облучается в течение максимум 3 часов, а часто и 1 часа, цель будет достигнута в течение этого времени. Тепло мишени заставляет поглощенный ею тритий улетать. В результате образование нейтронов в результате ядерной реакции постепенно начинает исчезать. Чтобы этого не произошло, мишень постоянно вращается и охлаждается водой.

Есть 2 причины использовать воду:

1. Высокая теплоемкость воды;
2. Водопроницаемость.

В заключение представляем следующее:

1. Если мы увеличим ток, энергия нейтрона не изменится. Но число нейтронов увеличивается.
2. Если мы увеличиваем энергию дейтрона, увеличивается энергия нейтрона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Б.В. Рыбаков , В.А. Сидоров –“ Спектрометрия быстрых нейтронов”. Москва-1958.
2. В.А. Муминов и Л.В. Навалихин “Активационный анализ с использованием нейтронного генератора” . Ташкент-1979
3. R.D. Bekjonov “Atom yadrosi va zarralar fizikasi” Toshkent -1994

THE ROLE OF LEADERSHIP, MOTIVATION, DISCIPLINE, AND NON PHYSICAL ENVIRONMENT IN EMPLOYEE PERFORMANCE

Kusni INGSIH

Universitas Dian Nuswantoro, Faculty of Economics and Business, Management Department, Indonesia

ORCID NO: 0000-0003-0873-6111

Divya Kania PUTRI

Universitas Dian Nuswantoro, Faculty of Economics and Business, Management Department, *Indonesia*

Ana KADARNINGSIH

Universitas Dian Nuswantoro, Faculty of Economics and Business, Management Department, Indonesia

ABSTRACT

Analyzing leadership, motivation, discipline, and non-physical environment on the performance of PT. BPR BKK Purwodadi (Perseroda) is the research objective. Perseroda employees as many as 64 employees were used as the population as well as the research sample, so that the determination of the sample used a saturated sample. Multiple linear regression was used in this study to process the data. The results of the study indicate that there are four factors that affect the performance of Perseroda employees, namely leadership, motivation, discipline and non-physical environment because the results of data processing show a positive and significant relationship. The importance of paying attention to these four factors is the implication of this research for Perseroda.

Keywords: leadership, motivation, discipline, non-physical environment, employee performance.

1. INTRODUCTION

Perseroda is a regional-owned enterprise (BUMD) which is involved in banking aspects, especially credit media. Rural Banks aim to provide capital to people who need business capital and as a contributor to Regional Original Income (PAD). Regarding the achievement of the bank's business plan target in one year, in 2020 the Perseroda experienced a decline in performance which resulted in the achievement of the bank's business plan target not being optimal. This is due to the pandemic caused by COVID-19. With the pandemic, of course, it can hamper employee performance, especially regarding the timeliness of achieving targets that cannot be maximized. This makes the target of the Perseroda bank's 2020 business plan unattainable so that employees do not get year-end rewards which may reduce the motivation of Perseroda's employees. For this reason, Perseroda must remedy the causes that can have an impact on the performance of employees within the company.

Employee performance is the fruit of employee achievement that can be calculated through employee performance in carrying out work based on SOPs that have been determined by the company. Employee performance can be interpreted as the fruit produced through the quality and quantity that is realized by employees in contributing in accordance with the responsibilities given by the company to its employees. Employee performance can also be interpreted as the level of a person's ability to complete a planned job within a predetermined time period. To achieve optimal performance, it is necessary to understand the causes that can have an impact on employee performance. One of the factors that can improve employee performance is the role of leadership.

The leadership role in the company can assist in determining and managing employees in accordance with company rules, as well as confirming that their influence can realize the goals that have been planned by the company. Some of the efforts to be able to achieve company goals that must be carried out by leaders, among others, are having the desire to work hard, cooperate with others, and be expert in making decisions. In addition, leaders must ensure that all components of the company have the will and ability to work in unity based on applicable norms. A good leader can also be shown by having the initiative to strengthen relationships and maintain communication with employees so that the company's goals that have been planned for the vision, mission, and strategy can be achieved systematically. With a firm and quality leader, such an incident can motivate employees to develop their performance. This means that the higher the role of the leader, the higher the employee's performance. Vice versa, the lower the role of the leader, the lower the employee's performance. This is in accordance with Ingsih, et al. (2021a), Ingsih, et al. (2021b), and Fahmi, et al. (2019) which provides the same evidence. But it is different from Shahab and Nisa (2014) who provide different evidence.

In addition, motivation can also affect employee performance. Motivation is a person's psychic capacity that aims to direct a person's integrity in an organization that can cause someone to try to take challenges to be more focused. Employee motivation can come from anywhere, for example, including the support provided by the leadership or co-workers, salaries and bonuses allocated by the company are in accordance with the performance that has been done, and many other things that can spur employee motivation. With the motivation to work, employees can find it easy to complete work on time according to company goals. This can raise employee awareness to apply discipline at work in order to achieve company goals. It can be concluded that the increase in motivation will increase employee performance, and vice versa. This statement is supported by Ingsih, et al. (2021b), Efendi, et al. (2020), Pranita et al. (2017) which states that employee performance is influenced by motivation with a positive relationship. However, Shahzadi et al. (2014) provide evidence to the contrary.

Another factor is discipline. Discipline is a person's capability in carrying out his duties in a systematic and directed manner in line with the procedures applicable in the company by avoiding something that causes a violation of the rules that have been set. By applying discipline, it can invite employee initiatives to carry out their work properly and on time according to the goals that have been planned by the company. If employees have high disciplined integrity, they will always maintain discipline even without supervision from the leadership. An employee will try his best to comply with the regulations in the company and will ignore anything that is not related to his job. This means that the higher the employee's discipline, the higher the employee's performance, and vice versa. This is in accordance with Ingsih, et al. (2021a), Ingsih, et al. (2021c), Tentama, et al. (2020), Esthi and Savhira (2019), and Hidayati, et al. (2019) which proves the same. But in contrast to Kelibulin, et al. (2020) which proves otherwise.

In addition to these factors, there are other factors, namely the non-physical environment. The non-physical environment is a condition related to work relations, both between superiors and subordinates as well as fellow co-workers. The non-physical environment which includes employee loyalty, tolerance in opinion, and other positive attitudes is a requirement in maintaining the quality of employees in an effort to improve employee performance. The non-physical environment is also said to have an effect on the development of employee performance if the organizational conditions are fairly healthy, meaning that the relationship between employees is mutually supportive and there is no competition, employees have the understanding to have mutual respect in order to avoid misunderstandings that might occur, and maintain relationships between employees. harmoniously, there are no social inequalities. This can be the key to organizational success in collaborating with a company so that timeliness in achieving company goals can be carried out easily. This is the same as the research findings of Ingsih, et al. (2021b), Parashakti, et al. (2020), and Dunggio (2017). However, it is not in line with Pawirosumarto, et al. (2017).

To solve the problem of the Perseroda, the research question that must be answered is whether leadership, motivation, discipline, non-physical environment can have an influence on employee performance?

2. RESULT AND FINDINGS

There are 64 respondents used in this study. Based on gender, most of the respondents were 57.8% male and female respondents were 42.2%. Looking at the frequency and percentage of respondents' age, the majority of respondents are in the age group of 30-39 years. The results of the research show that most of the respondents are educated at the undergraduate level. The frequency of respondents based on the majority of years of service is in the service period of more than 8 years.

The results of research at Perseroda regarding leadership variables show that leadership has a direct impact on employee performance. This situation is proven by the significance level of the partial test which is lower than 0.05, which is 0.013. So, if there is an increase or decrease in the leadership variable, it will significantly affect employee performance. According to respondents' responses, leadership indicators that are calculated to have the highest impact on employee performance development are indicators that leaders can make decisions if there are employees who make mistakes. That is, the assertiveness of the leader has a big influence in improving the performance of Perseroda employees. The results of this study agree with the research conducted by Ingsih, et al. (2021a), Ingsih, et al. (2021b), and Fahmi, et al. (2019) which states that leadership has a positive and significant effect on employee performance. On the other hand, the results of this study disagree with Shahab and Nisa (2014).

Regarding the motivation variable, the research results show that motivation has a direct impact on employee performance. This situation is proven by the significance level of the partial test which is lower than 0.05, which is 0.000. So, if there is an increase or decrease in the motivation variable, it will significantly affect employee performance. According to respondents' responses, the indicator of motivation that is calculated to have the highest impact on developing employee performance is the employee's responsibility for the work carried out. This means that the greater the responsibility received, the higher the performance of Perseroda employees. The results of this study agree with the research conducted by Ingsih, et al. (2021b), Efendi, et al. (2020), Pranita et al. (2017) which states that motivation has a positive and significant effect on employee performance. But in contrast to Shahzadi et al. (2014) which states otherwise.

On the discipline variable, the results show that discipline has a direct impact on employee performance. This situation is proven by the significance level of the partial test which is lower than 0.05, which is 0.001. So, if there is an increase or decrease in the discipline variable, it will have a significant impact on employee performance. According to respondents' responses, the discipline indicator that is considered to have the highest impact on employee performance development is that employees always listen and implement instructions given by their superiors. That is, the higher the discipline of employees in carrying out instructions from superiors, the higher the performance of Perseroda employees. The results of this study agree with the research conducted by Ingsih, et al. (2021a), Ingsih, et al. (2021c), Tentama, et al. (2020), Esthi and Savhira (2019), and Hidayati, et al. (2019) which states that discipline has a positive and significant effect on employee performance, in contrast to Kelibulin, et al. (2020).

Regarding non-physical environment variables, research results from Perseroda employees show that the non-physical environment has a direct impact on employee performance. This situation is proven by the significance level of the partial test which is lower than 0.05, which is 0.004. So, if there is an increase or decrease in non-physical environment variables, it will significantly affect employee performance. According to respondents' responses, non-physical environment indicators that are considered to have the highest impact on employee performance development are employees who have good communication between fellow employees and with superiors. This means that good communication will have a good impact on the performance of Perseroda employees. The results of this study agree with the research

conducted by Ingsih, et al. (2021b), Parashakti, et al. (2020), and Dunggio (2017) which state that the non-physical environment has a positive and significant effect on employee performance. This finding is not in line with Pawirosumarto, et al. (2017).

3. CONCLUSION

The results of the study concluded that there are four factors that influence employee performance, namely motivation, discipline, non-physical environment and leadership. In this study, there are still shortcomings that make it a limitation to be used as material for evaluating further research in order to get better results. The limitation of this study is that the adjusted R square value obtained is relatively low, which is only 0.363 or 36.3%. This means that the variables of leadership, motivation, discipline, non-physical environment only affect employee performance by 36.3%, and the remaining 63.7% is influenced by other variables not found in this study. The next researcher may decide to take the object of research and a broader research topic in order to generalize the object of research. And further researchers can take advantage of other analytical methods that can provide more accurate research results.

REFERENCES

- Dunggio, Titin. 2017. *Influence of Leadership, Motivation and Work Environment on the Performance of Employees in the Secretariat Departments of Highways South Sulawesi Province*. Internal Communications & Organizational Behavior e-Journal. Vol. 8, No. 6.
- Efendi et al. (2020). The Mediation of Work Motivation on the Effects of Work Discipline and Compensation on Performance Batik MSMEs Employees in Yogyakarta City, Indonesia. *International Journal of Multicultural and Multireligius Understanding*, Vol 7 (1), 689-703.
- Esthi, R. B. and Savhira, I. The influence of work training, competence and discipline of work on employee performance in PT. Lestarindo Perkasa. *Journal of research business, economics, and education*, 1 (2), 133-144.
- Fahmi and Sanika. (2019). The Influence of Leadership and Work Discipline Towards Employee Performance at PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Regional Division I North Sumatera. *Journal of International Conference Proceedings*. Vol 2 (3), 161-169.
- Hidayati, S. K., B. Perizade, M. Widiyanti. (2019). Effect off work discipline and work environment to performance of employee (case study at the central general hospital (RSUP) Dr. Muhammad Hoesin Palembang). *International journal of scientific and research publications*, Vol. 9 (12), 391-398.
- Ingsih, K., Astuti, D., Suhana, S. (2021a). Improving teacher motivation and performance through communication, work discipline, leadership and work compensation. *Academy of strategic management journal*, 20 (1), 1 - 16.
- Ingsih, K., Wuryani, W., Suhana, S. (2021b). The role of work environment, work motivation, and leadership to improve employee performance with job satisfaction as an intervening variable. *Academy of strategic management journal*, 20 (3), 1 - 11.
- Ingsih, K., Yanuardani, R. L, Suhana, S. (2021c). The role of work discipline, work motivation, and organizational commitment through job satisfaction on nursing performance in Indonesia. *Journal of applied management*, 19 (4), 838 - 848.

- Kalibulin, E. S., S. Palutturi, M. A. Arifin, Indar, Y. Thamrin, Stang, S. Ramadani. (2020). The effect of work discipline on a employee performance (The health office case study of Tanimbar Island). *Medico-legal*, Vol. 20 (3), 943-947.
- Parashakti, R. D., Fahlevi, M., Ekhsan, M., Hadinata, A. (2020). The influence of work environmental and competence on motivation and its impact on employee performance in health sector. *Advances in Economics, Business and Management Research*, Vol. 135, 259-267.
- Pawirosumarto, S., Sarjana, P.K., Gunawan, R. (2017). The effect of work environment, leadership style and organizational culture towards job satisfaction and its implication towards employee performance in Parador hotels and resorts, Indonesia. *International journal of law and management*, Vol. 59 (6), 1337-1358.
- Pranita, F. M. (2017). Influence of motivation and organizational commitment on work satisfaction and employee performance. *International consortium of education and culture research studies*, Vol.1 (2), 24-31.
- Shahab, M. A., and Nisa, I. (2014). The Influence of Leadership and work attitudes toward job satisfaction and performance of employee. *International journal of managerial studies and research*, Vol. 2 (5), 69-77.
- Shahzadi I., Javed A., Nasreen S., And Khanam F. (2014) Impact of employee motivation on employee performance. *European journal of business and management*, Vol. 6 (23), 159-166.
- Tentama, F., L. Dewi., E.R. Meilani. (2020). The Role Of Work Discipline And Autonomy On Employee Performance: A Case Of Private University In Indonesia. *International journal of scientific & technology research*, 9 (1), 4152-4157. <http://www.ijstr.org/final-print/jan2020/The-Role-Of-Work-Discipline-And-Autonomy-On-Employee-Performance-A-Case-Of-Private-University-In-Indonesia.pdf>

GEBELİK, DOĞUM VE DOĞUM SONU DÖNEMDE KULLANILAN İNOVATİF YAKLAŞIMLAR

INNOVATIVE APPROACHES USED IN PREGNANCY, BIRTH AND POSTPARTUM PERIOD

Çiğdem KARAKAYALI AY

Inonu University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Main Campus
Inonu University Main Campus (Elazığ Yolu 15.km) Pk:44280 Bulgurlu Battalgazi/Malatya

ORCID ID: 0000-0002-5282-973X

Esra KARATAŞ OKYAY

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Bahçelievler Campus

Kahramanmaraş Sütçü İmam University Faculty of Health Sciences Department of Midwifery İsmetpaşa Mah. Safety Street. 7. Sokak Bahçelievler Campus 46100 Dulkadiroğlu,

ORCID ID: 0000-0002-6443-8277

ÖZET

Sağlık bakımı hizmetlerinin maliyetlerinde yaşanan artış, sağlık kurumlarının etkili, ekonomik ve hasta merkezli bakımın geliştirilmesine yönelik ilerlemeler inovasyon uygulamalarını beraberinde getirmiştir. Hızla gelişen bilgi ve teknoloji çağında değişime uyum sağlayabilmek için sağlık profesyonellerinin kendilerini sürekli olarak yenilemesi ve inovasyonu bir davranış durumuna getirmesi zorunlu hale gelmiştir. İnovatif uygulamalar, hastaların hastanede kalış süresini kısaltmakta, hastaların daha az ağrı çekmesini sağlamakta ve konforlu bir iyileşme dönemi geçirmelerini sağlamaktadır. Bu derlemede amaç gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde kullanılan inovatif yaklaşımları açıklamak ve son gelişmeleri literatür doğrultusunda incelemektir. Obstetri ve ebelik uygulamalarında inovasyon büyük bir yere sahiptir. Gelişen teknoloji ile anne-bebek sağlığını güçlendirmek obstetri ve ebelik alanındaki inovasyonun güçlenmesine bağlıdır. Bu alanda kullanılan inovatif yaklaşımlar Mobil nst, Güvenli bebek filesi, Masajlı dikey doğum koltuğu, Portabl uzaktan erişimli NST, E-partogram, Doğum için güvenli ilaç yönetimi (Dripassist), Snoezelen odaları, Bağımsız ebe üniteleri, İnhal oksitosin projesi, Vajinal doğumlar için odon projesi, Yeni bir vakum ekstraksiyon cihazı; kiwi omni kabı, Preeklemsiyi evde test etmek için akıllı telefon, Pro-nata yorkshire obstetrik forseps, Epizyotomi inovasyonu; Episcissors-60™ olarak sıralanabilir. Sonuç olarak inovatif yaklaşımların kullanımının kadınların memnuniyetini, algılanan kaliteyi ve doğum deneyimini iyileştireceği ve toplum tarafından kaliteli bakımı talebini teşvik edebileceği bildirilmektedir. Gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde maternal, fetal ve neonatal mortaliteyi ve ciddi morbiditeyi önlemek ve azaltmak, sağlık sistemindeki bakım sürecinin verimliliğini artırmak için inovatif yaklaşımların etkili bir şekilde kullanılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Gebelik, Doğum, Teknoloji

ABSTRACT

The increase in the costs of health care services and the advancements in the development of effective, economical and patient-centered care in health institutions have brought innovation practices. In order to adapt to change in the age of rapidly developing information and technology, it has become imperative for

health professionals to constantly renew themselves and to make innovation a behavior. Innovative applications shorten the hospital stay of the patients, make the patients suffer less pain and provide a comfortable recovery period. The aim of this review is to explain the innovative approaches used in pregnancy, childbirth and postpartum period and to examine the latest developments in the light of the literature. Innovation has a great place in obstetrics and midwifery practices. Strengthening mother-baby health with developing technology depends on strengthening innovation in obstetrics and midwifery. Innovative approaches used in this field: Mobile nst, Safe baby net, Vertical delivery chair with massage, NST with portable remote access, E-partogram, Safe drug management for birth (Dripassist), Snoezelen rooms, Independent midwife units, Inhaled oxytocin project, Odon for vaginal deliveries project, A new vacuum extraction device; kiwi omni cup, Smartphone for testing preeclampsia at home, Pro-nata yorkshire obstetric forceps, Episiotomy innovation; It can be listed as Episcissors-60™. As a result, it is reported that the use of innovative approaches will improve women's satisfaction, perceived quality and birth experience, and may encourage the demand for quality care by the society. It can be recommended to use innovative approaches effectively to prevent and reduce maternal, fetal and neonatal mortality and serious morbidity during pregnancy, delivery and postpartum period, and to increase the efficiency of the care process in the health system.

Keywords: Innovation, Pregnancy, Birth, Technology

GİRİŞ

Sağlık sistemi, toplumun sosyal refahı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte sağlık sistemi, en yeni teknolojiye ve hastalardan gelen değişen taleplere uyum sağlama konusunda sürekli bir zorlukla karşı karşıya kalmaktadır. İnovasyon, sağlık sistemi içindeki kuruluşların gelişmesinde ve tutunmasında kritik bir faktördür (Proksch ve ark., 2019). Gelişmiş ülkelerde artan sağlık hizmetleri maliyetlerinin, yaşlanan nüfus ve sürekli teknolojik ilerlemeyle birleştiğinde, inovasyon sağlık politikacılar ve uygulayıcılar arasında da önem kazanmaktadır (Richter ve ark., 2015).

Ramlogan ve ark. (2007) tarafından sağlıkta inovasyon terimi kullanılmıştır (Ramlogan ve ark., 2007). Sağlık sisteminin, çeşitli kaynaklarda toplanan çok çeşitli rol alanları (ödeyenler, uygulayıcılar, sağlayıcılar, hastalar, araştırmacılar vb.) ve verileri (patentler, bilimsel yayınlar, alıntılar, videolar, etik kurallar, vb.) kapsadığı belirtilmektedir. Sağlıkta inovasyonun hastalara yeterli bakım düzeylerini sağlamak ve böylece hastaya fayda sağlayacak yeniliklerin geliştirilmesine, yayılmasına ve kullanılmasına yardımcı olmak için bilginin verimli bir şekilde koordine edilmesine olanak sağlayacağı belirtilmektedir (Proksch ve ark., 2019).

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) inovasyonu ürün, süreç, pazarlama ve organizasyon olmak üzere dört kategoride sınıflandırmaktadır (OECD, 2005). Sağlık hizmetlerinde inovasyonun daha iyi anlaşılması adına ürün inovasyonu kategorisine tıbbi cihazların yanı sıra sağlıkla ilgili hizmetler de dahil edilmektedir (Ciani ve ark., 2016). Bununla birlikte inovasyon sürecinde hastalar için olumlu etkiler her zaman garanti edilmez. Yapılan çalışmalarda hasta üzerinde hiçbir etkisi olmayan veya sadece marjinal etkisi olabilecek birkaç inovasyon örneği olduğu ifade edilmiştir (Svensson & Hartmann, 2018). İdeal durumda, sağlık hizmetlerinde inovasyon, karşılıklı faydalar sağlayarak hastalara daha iyi bakım ve sağlık sistemi için maliyet düşüşlerinde etkili olan süreçler olarak tanımlanmaktadır. Bir ülkede sağlık hizmetlerinde inovasyon çıktısını artırmanın, pozitif hasta sayısı ile sonuçlanacağı belirtilmektedir (Proksch ve ark., 2019).

Hızla gelişen bilgi ve teknoloji çağında değişime uyum sağlayabilmek için sağlık profesyoneli olan ebe ve hemşirelerin kendilerini sürekli olarak yenilemesi ve inovasyonu bir davranış durumuna getirmesi zorunlu duruma gelmiştir (Weng ve ark., 2016). İnovatif uygulamalar, hastaların hastanede kalış süresini kısaltmakta, hastaların daha az ağrı çekmesini sağlamakta ve konforlu bir iyileşme dönemi geçirmelerini

sağlamakta, biz bu derlemede gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde kullanılan yenilik ve inovatif yaklaşımları açıklamayı amaçladık.

GEBELİK, DOĞUM VE DOĞUM SONU DÖNEMDE KULLANILAN YENİLİK VE İNOVATİF YAKLAŞIMLAR

Anne ölümlerinin ana nedeni olarak tanımlanan üç gecikmeyi azaltmak için tıbbi teknolojinin kullanılması da dahil olmak üzere, anne ölümlerinin azaltılmasına yönelik çeşitli çabalar uygulanmıştır (Shah ve ark., 2009). Gelişmiş ileri teknolojinin getirmiş olduğu inovasyon süreci anne bakımını iyileştirmeye ve bebek ölümlerini azaltmada çok etkili olmaktadır (West, 2015).

Mobil Entegre Doppler Cihazı (Mdoppler)

Bu inovasyon, kendi ev ortamında fetal kalp hızı (FKH) değerini bir kulaklık aracılığıyla duymayı sağlamaktadır. Cihaz, bir prob başlığı anne karnına yerleştirildiğinde, anne karnından alınan fetal kalp sesini, bir mobil uygulama ile o cihazın kulaklık girişinden alıp, eşgüdümlü olarak dakikadaki FKH değerini hesaplayıp, akıllı telefon ekranında aktarabilen bir mobil sağlık hizmeti olarak yer almaktadır. Bu projeye aynı zamanda anlık okunan bu FKH değerleri kayıt altına alınarak geçmiş ölçümleri sistem veri tabanında tutulur ve böylece istendiği zaman verilere ulaşılması ve gebenin uzman doktoruyla anlık paylaşılabilmesine olanak sağlamaktadır (Yüksel & Ertuğrul, 2017).

Güvenli Bebek Filesı

Buluş, normal doğumla sonuçlanan doğumlarda bebeklerin güvenliğini sağlamak, düşmeye bağlı yaralanma ve sakatlıkları önlemek amacıyla tasarlanmıştır (Oltulu S).

Masajlı Dikey Doğum Koltuğu

Normal doğumun daha kolay olması, vücut ağırlığını sakrumdan almasına ve pelvik çıkışın genişlemesine olanak veren daha fazla yaslanmış pozisyonların benimsenmesi gibi faktörlere bağlıdır (Pehlivan & Bozkurt, 2020). Ülkemizde TÜBİTAK desteğiyle 2015 yılında kadın hastalıkları ve doğum uzmanı Op. Dr. Ayşe Duman eşliğinde “dikey doğum koltuğu” geliştirilmiştir. Bu geliştirilen doğum koltuğunda hareketli kumanda aparatı kullanılarak; çömelme, oturma ve yatış pozisyonu ayarlanabilmekte, bununla birlikte ihtiyaç duyulduğunda bacak askı aparatlarıyla sağlık profesyonelleri tarafından en çok tercih edilen litotomi pozisyonuna da dönüşebilmektedir. Geliştirilen bu inovatif ürün, ağrıyı ve gereksiz müdahaleleri önlemede etkili olmaktadır. Bununla birlikte koltuğun sırt bölgesinde vibrasyon ve ısıtma ayarları bulunmakta, bu fonksiyonlar masajın doğum ağrısını azaltmadaki olumlu etkilerini sağlamaktadır (TUBİTAK, 2015).

Dikey pozisyonda doğum yapmanın çeşitli fizyolojik nedenlerle hem anne hem de bebek için faydalı olduğu bildirilmektedir. Dikey bir pozisyon, uterusun daha güçlü bir şekilde kasılmasına yardımcı olarak, bebeğin daha iyi bir pozisyon almasına ve doğum kanalından daha hızlı geçmesini kolaylaştırmaktadır (Berta ve ark., 2019).

E-Partogram

Intrapartum komplikasyonların zamanında tanımlanması ve yönetimi anne ölümlerini, intrapartum ölü doğumları ve hipoksiye bağlı yenidoğan ölümlerini önemli ölçüde azaltabilir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün, doğumdaki anormallikleri ve fetal iyilik halini belirlemek için yüksek öncelikli bir müdahale olarak kağıt partograf kullanarak doğum eyleminin izlenmesi gerektiği önerisi bilinmektedir (Sanghvi ve ark., 2019). ePartogram, partograf kullanımında belgelenmiş zorlukları ele alarak doğum yapan kadınların bakımını iyileştirmek için geliştirilmiş tablet tabanlı bir uygulama olarak hizmet vermektedir. Uygulama, gerçek zamanlı karar desteği sağlamak, veri girişini iyileştirmek ve uygun işgücü yönetimi için bilgiye erişimi artırmak, verileri otomatik olarak grafik haline getirerek ve tüm istemci dosyalarını uygulama içinde

depolayarak veri girişi verimliliğini artırmak için tasarlanmıştır. ePartogram'ın, doğum sırasında uygun izleme ve bakımı destekleyerek sağlık profesyonellerinin klinik uzmanlığını güçlendirdiği vurgulanmaktadır (Litwin ve ark.,2018).

ePartogram, kağıt partografındaki eksiklikleri gidererek, kayıt tutmayı iyileştirmede, karar vermeyi desteklemede ve travay ve doğum sırasında bakım kalitesini artırmada etkili olan düşük maliyetli dijital uygulamalara odaklanmaktadır. Android tablet tabanlı elektronik, doğum eylemi klinik karar destek uygulamasının (ePartogram) etkinliğini değerlendirmek için karma yöntemli, yarı deneysel bir çalışmada, sağlık profesyonellerinin, ePartogram uygulamasını bir tablet üzerinde kullanma konusunda hızla yetkin ve özgüven sahibi olduklarını ve ePartogram kullanımının bakımın zamanında yapılmasını iyileştirdiğine ve karar vermeyi desteklediğine inandıkları bildirildi (Sanghvi ve ark., 2019).

InfaClip

Novate medikal teknolojiler kapsamında Dr William Kethman ve William Strobel tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleştirilen bir ürün inovasyonudur (Kethman & Strobel, 2017) Sağlıkta altyapı eksikliği ve hijyenik olmayan doğum koşullarının, yılda 500.000-950.000'den fazla enfeksiyona bağlı bebek ölümü ile sonuçlandığı bildirilmektedir. İyileşmemiş göbek kordonu, enfeksiyonlar için bir kaynak olup ve hijyen koşullarının sağlandığı doğumların enfeksiyona bağlı yenidoğan ölümlerinin %20-30'unu önlemede etkili olduğu vurgulanmaktadır. Novate medikal teknoloji yüksek kaliteli, uygun maliyetli ticarileştirmeye odaklanan bir tıbbi cihaz geliştirme şirkettir. Novate medikal teknolojinin ilk ürünü InfaClip, göbek kordonu enfeksiyonlarına bağlı yenidoğan ölümlerini ele almaya odaklanan, göbek bağına klemleyen ve kesen yeniden kullanılmayan bir obstetrik cihazdır. InfaClip, maliyet etkinliğini sağlamak için yalnızca plastik polimerlerden oluşmaktadır. InfaClip'in göbek bağına güvenli bir şekilde kestiği belirtilmektedir (Kethman & Strobel, 2017).

Moyo Fetal Heart Rate Sensor (Moyo Fetal Kalp Sensörü)

Moyo,Sakina Girnary, Ida Neuman, Kate Halvorsen, Karoline Linde, Jennifer Gilbertson tarafından (2012) anne ve yenidoğan sağlığı için Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine (SDG3) ulaşılmasına yardımcı olmak için sağlık profesyonellerini desteklemek için ortaklarla yakın işbirliği içinde olan kar amacı gütmeyen bir kuruluş olan Laerdal Global Health kapsamında Norveç'te tasarlanmıştır. Doğumda asfiksiye bağlı ölü doğumlar, her yıl iki milyon perinatal ölümden sorumlu olmakta ve bunların %98-99'u düşük ve orta gelirli ülkelerde meydana gelmektedir. Bir inovasyon ürünü olan Moyo; düşük maliyetli bir fetal kalp atış hızı (FKH) izleme cihazıdır. Uygun intrapartum FKH izlemesi, risk altındaki fetüsleri erken aşamada tespit etme potansiyeline sahip olan Moyo doğru ve zamanında obstetrik müdahaleler yapma fırsatı sunmaktadır. 9-kristal sensörle Moyo, FKH'nı doğru bir şekilde algılayarak 5 saniye içinde ve maternal kalp hızı ile FKH'nı ayırt edebilmektedir. İnovasyon, birlikte çözümler bulmak, anne ve bebeklerin hayatta kalmaları ve yaşam kaliteleri üzerinde sürdürülebilir bir etki yaratmak demektir. Moyo, FKH'nın 30 dakikalık bir histogram görüntüsünün yanı sıra anormal FKH algılaması durumunda bir görsel-işitsel alarmla birlikte uyarı vererek, anne hareket ederken bile sürekli olarak izlemeye olanak sağlamaktadır. Bu nedenle Moyo, mevcut rutinleri kesintiye uğratmadan sağlık çalışanlarının iş yükünü etkili bir şekilde azaltma ve anormal FKH'nı daha erken tespit etme potansiyeline sahiptir (Girnary ve ark., 2012).

Snoezelen Rooms

Doğum, önemli psikolojik, sansasyonel ve fiziksel etkileriyle kadınların hayatında zorlu ve kritik bir deneyim olarak bilinmektedir (Bertucci ve ark., 2012). Araştırmalar, doğum ağrısı korkusunun gebeler arasında yaygın bir duygu olduğunu göstermiştir. İsveç'te yapılan bir çalışmada, kadınların en az %10'unun doğum korkusu yaşadığı bildirilmiştir (Adisasmita ve ark., 2008). Kontrollü çoklu duyuşsal ortam' veya 'Snoezelen odası', insanların duyularını harekete geçirmek için tasarlanmış bir oda anlamına gelen Hollandaca bir terimdir. Snoezelen odasının tarihi, insanların hafif veya ağır derecede engelli olmalarına

dayanmaktadır. Şiddetli ağrı çeken kişilerde kasların gevşemesini sağlamada çok etkili olmuştur (Schofield ve ark., 1998a).

Snoezelen bir ortam, görsel ve işitsel dahil olmak üzere çeşitli duylara odaklanarak ağrıdan dikkati dağıtmak için kullanılan bir odadır. Katılımcılara konfor, rahatlama ve kendini kontrol etme duygularını sağladığı belirtilmektedir. Snoezelen terimi, iki Hollandaca fiilin 'snuffelen' (aramak veya keşfetmek) ve 'doezelen' (gevşemek) birleşmesinden oluşmaktadır (Schofield ve ark., 1998b). Snoezelen odasında dikkat dağıtıcı duyların annenin ağrı şiddetini, doğum süresini ve epizyotomi insidansını azalttığı bildirilmektedir (Jamshidi Manesh ve ark., 2015).

Smartphone App To Test Preeclampsia At Home (Preeklamsiyi evde test etmek için akıllı telefon)

Purdue Üniversitesi'nden bilim adamları gebelerin preeklamsi olup olmadıklarını öğrenmek için bir akıllı telefon kullanmalarını sağlayarak ve giyilebilir teknoloji ile bir uygulama geliştirmekteler. Cihazı aktif hale getirmek için tek gereken, her ikisi de bir akıllı telefona bağlı olan göbekte bir ivme ölçer ve bilekte bir tansiyon manşonunun takılmasıdır. Akıllı telefondaki uygulama, kullanıcıyı testi yapması için yönlendirmektedir. Ardından, preeklamsi olup olmadığını belirlemenin kesin bir yolu olan diyastolik basıncıdaki farklılıkları hesaplamakatadır (Draper, 2018).

Odon device for instrumental vaginal deliveries (Enstrümantal vajinal doğumlar için Odon cihazı)

Doğumun uzun süreli veya komplike olan ikinci evresi, potansiyel olarak ciddi anne komplikasyonları ve ölümlerinin yanı sıra ölü doğumlar ve neonatal morbidite ve mortalite ile ilişkili olmaktadır (Altman ve ark., 2006). Halihazırda, doğumun uzamış/kompleks ikinci evresini yönetmek için ana seçenekler, forseps veya vakum ile enstrümantal vajinal doğum ve sezaryendir. Enstrümantal vajinal doğumun düşük veya azalan kullanımıyla ilişkili birçok faktör vardır. Forseps kullanımı artmış maternal perineal travma ile ilişkiliyken, analjezi ihtiyacı ve neonatal yüz yaralanması, sefaletatom ve subgaleal kanama vakumlu doğum ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Kullanımındaki başarısızlık oranlarının da yüksek olduğu vurgulanmaktadır (O'Mahony ve ark., 2010). Ek bir engel, güvenli ve etkili bir şekilde enstrümantal vajinal doğumu gerçekleştirmek için gereken yüksek düzeyde beceri ve sürekli eğitimidir. Bu, doğumda yer alan sağlık profesyonellerinin gerekli becerileri edinmeleri ve sürdürmeleri için yeterli kaynaklar sağlanmadığında enstrümantal vajinal doğumun kullanımını sınırlandırmaktadır (Cass ve ark.,2011). Anneler ve bebekler için güvenli, doğumda görev alan sağlık profesyoneli için kullanımı kolay, düşük maliyetli ve yenilikçi enstrümantal vajinal doğum cihazlarının tasarımı ve geliştirilmesi bir öncelik halini almıştır (Schvartzman ve ark., 2018).

Bu anlamda, Odon cihazı, doğumun uzun süreli veya karmaşık ikinci aşamasıyla ilişkili sonuçları iyileştirerek ve yardımcı vajinal doğum yapmak için gereken beceri düzeyini ve ekipmanı azaltarak bu boşluğu doldurmayı amaçlayan teknolojik bir yenilik olarak görülmektedir (Schvartzman ve ark., 2018). Bu cihazın, bebeğin doğum kanalından dışarı çıkmasına yardımcı olup olmadığını araştırmak amacıyla yapılan çalışmaya komplikasyonsuz, 3. Trimestrdeki, tekil gebeliği olan 49 kadın dahil edildi. Normal, komplike olmayan doğum yapan kadınların doğumları Odon cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Odon cihazı, dahil edilen 49 kadından 46'sında başarılı bir şekilde yerleştirilmiş ve Odon cihazının uygulamasından sonra fetal başın çıkarılması ile başarılı bir şekilde sağlandığı bildirilmiştir. Dört kadında servikal yırtıkların olduğu ancak hiçbir kadının şiddetli perineal travma geçirmediği belirtildi. Cihaz Arjantin'den Jorge Odón tarafından icat edilmiştir. Becton Dickinson ve Company 2013 yılında cihazın lisansını alıp ve yeni bir prototip geliştirmiştir (Schvartzman ve ark., 2018).

Episcissors-60™: Epizyotomi İnovasyonu

Obstetrik anal sfinkter yaralanması, genç kadınlarda anal inkontinansın ana nedenidir. Anal inkontinansın kadınların yaşam kalitesi üzerinde önemli bir olumsuz etkisi vardır (Meyer & Richter, 2015). Obstetrik anal sfinkter yaralanması doğum sonrası cinsel işlev bozukluğu, devam eden perine ağrısı ve psikolojik sıkıntı

ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Divakova ve ark., 2020). Mediolateral epizyotomiler için gereken açığı tahmin etmede insan hatasını önlemek için Profesör Robert Freeman liderliğindeki bir ekip EPISCISSORS-60™'ı (Medinvent Ltd, Romsey, UK) geliştirdi: EPISCISSORS-60™ makası, özellikle dikiş sonrası 40° ile 60° arasında bir açı elde etmek ve orta hattan 4,5 mm uzaklıkta dikiş sonrası epizyotomi gerçekleştirmek için tasarlandığı bildirilmektedir (van Roon ve ark., 2015). Episcissors-60™'ın obstetrik anal sfinkter yaralanması oranı üzerindeki etkisine ilişkin ilk sistematik incelemede, düşük kalitede kanıt olmasına rağmen, sonuçlar obstetrik anal sfinkter yaralanmasında olası azalma açısından umut verici olduğu belirtilmiştir (Divakova ve ark., 2020).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak inovatif yaklaşımların kullanımının kadınların memnuniyetini, algılanan kaliteyi ve doğum deneyimini iyileştireceği ve toplum tarafından kaliteli bakımı talebini teşvik edebileceğini düşünmekteyiz. Gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde maternal, fetal ve neonatal mortaliteyi ve ciddi morbiditeyi önlemek ve azaltmak, sağlık sistemindeki bakım sürecinin verimliliğini artırmak için inovatif yaklaşımların etkili bir şekilde kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Adisasmita, A., Deviany, P. E., Nandiaty, F., Stanton, C., & Ronsmans, C. (2008). Obstetric near miss and deaths in public and private hospitals in Indonesia. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 8(1), 1-9.
- Altman, M. R., & Lydon-Rochelle, M. T. (2006). Prolonged second stage of labor and risk of adverse maternal and perinatal outcomes: a systematic review. *Birth (Berkeley, Calif.)*, 33(4), 315–322.
- Berta, M., Lindgren, H., Christensson, K., Mekonnen, S., & Adefris, M. (2019). Effect of maternal birth positions on duration of second stage of labor: systematic review and meta-analysis. *BMC pregnancy and childbirth*, 19(1), 466.
- Bertucci, V., Boffo, M., Mannarini, S., Serena, A., Saccardi, C., Cosmi, E., ... & Ambrosini, G. (2012). Assessing the perception of the childbirth experience in Italian women: a contribution to the adaptation of the childbirth perception questionnaire. *Midwifery*, 28(2), 265-274.
- Cass, G. K., Crofts, J. F., & Draycott, T. J. (2011). The use of simulation to teach clinical skills in obstetrics. *Seminars in perinatology*, 35(2), 68–73.
- Ciani, O., Armeni, P., Boscolo, P. R., Cavazza, M., Jommi, C., & Tarricone, R. (2016). De innovatione: The concept of innovation for medical technologies and its implications for healthcare policy-making. *Health Policy and Technology*, 5(1), 47-64.
- Divakova, O., Khunda, A., & Ballard, P. A. (2020). Episcissors-60™ and obstetrics anal sphincter injury: a systematic review and meta-analysis. *International urogynecology journal*, 31(3), 605–612.
- [Draper, S. \(2018\). <https://www.wearable-technologies.com/2018/05/smartphone-app-to-test-preeclampsia-at-home>](https://www.wearable-technologies.com/2018/05/smartphone-app-to-test-preeclampsia-at-home) Erişim Tarihi: 26.02.2022
- Girnary S., Neuman, I., Halvorsen, K., Linde, K., Gilbertson, J. (2012). World Health Organization. Third WHO global forum on medical devices: international conference centre Geneva: Geneva, Switzerland 10–12 May 2017 (No. WHO/EMP/2018.02 pp:163-164). World Health Organization. Erişim Tarihi:26.02.2022
- Jamshidi Manesh, M., Kalati, M., & Hosseini, F. (2015). Snoezelen Room and Childbirth Outcome: A Randomized Clinical Trial. *Iranian Red Crescent medical journal*, 17(5), e18373.

- Kethman, W., & Strobel, W. (2017) World Health Organization (2018). Third WHO global forum on medical devices: international conference centre Geneva: Geneva, Switzerland 10–12 May 2017 (No. WHO/EMP/2018.02. pp:167). World Health Organization. Erişim Tarihi:26.02.2022
- Litwin, L. E., Maly, C., Khamis, A. R., Hiner, C., Zoungrana, J., Mohamed, K., ... & Gomez, P. P. (2018). Use of an electronic Partograph: feasibility and acceptability study in Zanzibar, Tanzania. *BMC pregnancy and childbirth*, 18(1), 1-11.
- Meyer, I., & Richter, H. E. (2015). Impact of fecal incontinence and its treatment on quality of life in women. *Women's health (London, England)*, 11(2), 225–238. <https://doi.org/10.2217/whe.14.66>
- OECD, E. (2005). Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data-Oslo Manual. *Organization for Economic Co-operation and Development, European Commission Eurostat*, 9-25.
- O'Mahony, F., Hofmeyr, G. J., & Menon, V. (2010). Choice of instruments for assisted vaginal delivery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (11).
- Pehlivan, N., & Bozkurt, Ö. D. (2020). Doğumun ikinci evresinde dikey pozisyon: dikey doğum koltuğu. *Acta Medica Nicomedia*, 3(1), 42-48.
- Proksch, D., Busch-Casler, J., Haberstroh, M. M., & Pinkwart, A. (2019). National health innovation systems: Clustering the OECD countries by innovative output in healthcare using a multi indicator approach. *Research Policy*, 48(1), 169-179.
- Ramlogan, R., Mina, A., Tampubolon, G., & Metcalfe, J. (2007). Networks of knowledge: The distributed nature of medical innovation. *Scientometrics*, 70(2), 459-489.
- Richter, F., Tüllmann, M. E., Türk, I., Deger, S., Roigas, J., Wille, A., & Schnorr, D. (2003). Verbesserung der Hämostase bei laparoskopischen und offenen Teilnephrektomien durch Gelatine-Thrombin-Matrix (FloSeal) [Improvement of hemostasis in laparoscopic and open partial nephrectomy with gelatin thrombin matrix (FloSeal)]. *Der Urologe. Ausg. A*, 42(3), 338–346.
- Sanghvi, H., Mohan, D., Litwin, L., Bazant, E., Gomez, P., MacDowell, T., Onsase, L., Wabwile, V., Waka, C., Qureshi, Z., Omanga, E., Gichangi, A., & Muia, R. (2019). Effectiveness of an Electronic Partogram: A Mixed-Method, Quasi-Experimental Study Among Skilled Birth Attendants in Kenya. *Global health, science and practice*, 7(4), 521–539.
- Schofield, P. A., Davis, B. D., & Hutchinson, R. (1998a). Snoezelen and chronic pain: developing a study to evaluate its use (Part I). *Complementary Therapies in Nursing and Midwifery*, 4(3), 66-72.
- Schofield, P., Davies, B., & Hutchinson, R. (1998b). Evaluating the use of Snoezelen and chronic pain: the findings of an investigation into its use (Part II). *Complementary Therapies in Nursing and Midwifery*, 4(5), 137-143.
- Schvartzman, J. A., Krupitzki, H., Meriardi, M., Betrán, A. P., Requejo, J., Nguyen, M. H., Vayena, E., Fiorillo, A. E., Gadow, E. C., Vizcaino, F. M., von Petery, F., Marroquin, V., Cafferata, M. L., Mazzoni, A., Vannevel, V., Pattinson, R. C., Gülmezoglu, A. M., Althabe, F., Bonet, M., & World Health Organization Odon Device Research Group (2018). Odon device for instrumental vaginal deliveries: results of a medical device pilot clinical study. *Reproductive health*, 15(1), 45.
- Seda Oltulu. Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi <https://docplayer.biz.tr/109736432-Zeynep-kamil-hastanesi-belgeli-patent-ve-faydali-model-belgeli-inovatif-hemsirelik-urunleri-listesi.html> Erişim Tarihi: 26.02.2022

- Shah, N., Hossain, N., Shoaib, R., Hussain, A., Gillani, R., & Khan, N. H. (2009). Socio-demographic characteristics and the three delays of maternal mortality. *Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan : JCPSP*, 19(2), 95–98.
- Svensson, P. O., & Hartmann, R. K. (2018). Policies to promote user innovation: Makerspaces and clinician innovation in Swedish hospitals. *Research Policy*, 47(1), 277-288.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK). Normal Doğum Yapmak Artık Çok Kolay, <https://www.tubitak.gov.tr/tr/haber/normal-dogumyapmak-artik-cok-kolay>, Erişim Tarihi: 26.02.2022
- van Roon, Y., Kirwin, C., Rahman, N., Vinayakarao, L., Melson, L., Kester, N., Pathak, S., & Pradhan, A. (2015). Comparison of obstetric anal sphincter injuries in nulliparous women before and after introduction of the EPISCISSORS-60(®) at two hospitals in the United Kingdom. *International journal of women's health*, 7, 949–955.
- Weng, R. H., Chen, W. P., Huang, C. Y., Hung, C. H., & Hsu, C. T. (2016). Can nurse innovation improve customer perception of service quality and experience?. *Journal of clinical nursing*, 25(13-14), 1950–1961.
- West, D. M. (2015). Using mobile technology to improve maternal health and fight Ebola: A case study of mobile innovation in Nigeria. *Center for Technological Innovation at Brookings*, 19, 308-312.
- Yüksel, M. U., & Ertuğrul, D. Ç. (2017). *Fetal Kalp Hızı Monitörizasyon Sistemi için Mobil Entegre Doppler Cihazı Geliştirilmesi (mDoppler)*<http://biyomedikal.fsm.edu.tr/haber/UBICTUS-2017-2017-03-10-08-33-30am>
<https://hdl.handle.net/11352/2477>

MEDYA VE KADIN SAĞLIĞI
MEDIA AND WOMEN'S HEALTH

Çiğdem KARAKAYALI AY

Inonu University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Main Campus
Inonu University Main Campus (Elazığ Yolu 15.km) Pk:44280 Bulgurlu Battalgazi/Malatya

ORCID ID: 0000-0002-5282-973X

Esra KARATAŞ OKYAY

Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Health Sciences, Midwifery Department, Bahçelievler Campus

Kahramanmaraş Sütçü İmam University Faculty of Health Sciences Department of Midwifery İsmetpaşa Mah. Safety Street. 7. Sokak Bahçelievler Campus 46100 Dulkadiroğlu,

ORCID ID: 0000-0002-6443-8277

ÖZET

Kadın sağlığı; sosyal, psikolojik ve fiziki iyiliği içermekte olup, hayatın politik, sosyal ve ekonomik boyutundan da etkilenmektedir. Sağlığı etkileyen pek çok faktör olduğu için, sağlığı korumaya ve geliştirmeye yönelik stratejiler de çok ve çeşitlidir. Bu sebeple, sağlığın korunması ve geliştirilmesi sadece sağlık sektörünü değil ayrıca başka birçok sektörü de ilgilendirmektedir. Bu sektörlerin en önemlilerinden biri medya olup, medya eğitim düzeyi farketmeksizin tüm kadınları etkilemektedir. Medya büyük iletişim ve yayın organlarının bütününe olarak tanımlanmakta ve gazete, kitap, radyo, dergi, film, televizyon, video ve internet gibi çok çeşitli kitle iletişim araçlarını kapsamaktadır. Medyada yer alan sağlık ile ilgili haberler büyük önem taşımaktadır. Her işlevi bir amaca dayanan medyanın en çok etkilediği gruplardan biri yetişkin kadınlardır. Medyanın kadının estetik algısı üzerinde çok büyük etkiye sahiptir. Reklamlar aracılığıyla toplumda ideal bir kadın profili çizmekte ve aynı tip estetik girişim sonucu tek tip kadın modeli oluşturulmaktadır. Kadınların estetik ürünleri uygulamaları sonucunda özgüvenlerinin artması ve kendilerini ruhen ve bedenen daha pozitif hissetmeleri medyanın olumlu etkilerindedir. Medya ayrıca adolesan dönemdeki kız çocuklarında, kendine özgü bir model yaratmakta ve bu modellere benzeme çabası sonucunda anoreksiya nervoza, bulimia nervoza gibi yeme bozukluğu hastalıklarına sebep olmaktadır. Gebelik döneminde kadınlar merak ettiklerini medyadan araştırıp, başkalarının deneyim ve önerilerini dikkate almaktadır. Sosyal medya içerikleri incelendiğinde faydalı, sorulara bilimsel ve doğru yanıtlar veren resmi ve sosyal sorumluluk projesi kapsamında faaliyet gösteren birçok kaynak yer almaktadır. Emzirme ilgili bilgilendirme yapılabilecek önemli kaynaklardan biri medyadır. Ancak medyada mamaların pratik yönleri ve üstünlüklerinin vurgulanması emzirmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Doğum şekli tercihi medyada yer alan doğum hikayeleri ve fotoğrafları, görsel medyada gösterilen ağırlı doğum sahneleri önemli rol oynamakta olup, medya doğumu doğallıktan ziyade tıbbileştirmektedir. Ebe eğitici, savunucu, bakım verici, araştırmacı, liderlik ve danışmanlık rolleriyle kadınları bu konuda bilinçlendirmelidir.

Anahtar Kelimeler: Medya, Kadın Sağlığı, Ebe

ABSTRACT

Women's health; It includes social, psychological and physical well-being and is also affected by the political, social and economic dimensions of life. As there are many factors that affect health, strategies for maintaining and promoting health are many and varied. For this reason, the protection and improvement of health concerns not only the health sector, but also many other sectors. One of the most important of these sectors is the media, and the media affects all women regardless of their education level. Media is defined as the whole of major communication and broadcasting organs and includes a wide variety of mass media such as newspapers, books, radio, magazines, films, television, video and internet. The news about health in the media is of great importance. One of the groups most affected by the media, whose every function is based on a purpose, is adult women. The media has a great influence on the aesthetic perception of women. An ideal woman profile is drawn in the society through advertisements and a uniform woman model is created as a result of the same type of aesthetic intervention. Increasing self-confidence of women as a result of applying aesthetic products and making them feel more positive mentally and physically are among the positive effects of the media. The media also creates a unique model for adolescent girls and causes eating disorders such as anorexia nervosa and bulimia nervosa as a result of trying to emulate these models. During pregnancy, women research their curiosity from the media and take into account the experiences and suggestions of others. When the social media contents are examined, there are many resources that are useful and provide scientific and correct answers to the questions, operating within the scope of official and social responsibility projects. One of the important sources of information about breastfeeding is the media. However, the emphasis on the practical aspects and advantages of formulas in the media affects breastfeeding negatively. Birth stories and photographs in the media, painful birth scenes shown in visual media play an important role in the choice of birth method, and the media medicalizes birth rather than naturalness. The midwife should raise the awareness of women on this issue with their roles as educator, advocate, caregiver, researcher, leadership and consultancy.

Keywords: Media, Women's Health, Midwife

GİRİŞ

Kadın sağlığı; sosyal, ruhsal ve fiziksel iyiliği içermekte ve fiziksel olduğu kadar, hayatın sosyal, politik ve ekonomik boyutu tarafından da belirlenmektedir (Özbaş & Özkan, 2010). Kadın sağlığını, aile ve toplum ile ilişkili psiko-sosyal faktörler, kadının doğurganlık davranışı, sağlık durumu ve aldığı sağlık hizmetinin kalitesi gibi pek çok faktör etkilemektedir. Sağlığı pek çok faktör etkilediği gibi, sağlığı geliştirmeye yönelik eylemleri de pek çok değişken etkilemektedir. Bu sebeple sağlığın korunması ve geliştirilmesi sadece sağlık sektörünü değil, başka birçok sektörü de etkilemektedir. Bu sektörlerden en önemlilerinden biri medya olup, her eğitim düzeyindeki kadını etkileyebilmektedir (Aktaş, 2014; Özbaş & Özkan, 2010).

Medyanın Tanımı

Medya; büyük iletişim ve yayın organlarının bütününe verilen addır. Medya; kitap, gazete, dergi, radyo, televizyon, film, video ve internet gibi çok geniş kitle iletişim araçlarını kapsamaktadır. Bu kitle iletişim araçlarından en hızlı gelişme göstereni de internettir. Ancak televizyon hala en etkin ve en yaygın kitle iletişim araçlarındandır (Aktaş, 2014; Bat, Vural, & Mikail, 2010; Özbaş & Özkan, 2010). Radyo Televizyon Üst Kurulunun (RTÜK) "Televizyon İzleme Eğilimleri (2018)" konusunda yaptığı araştırmaya göre; ülkemizde evlerde en fazla bulunan cihazın yaklaşık %64 oranında klasik televizyon olduğu anlaşılmıştır (Kurulu, 2018).

Çok sayıda kişiye ulaşma potansiyeline sahip olması, uygun ve genel anlamda güvenilir bilgi kaynağı olması medyanın kuvvetli yönleridir. Medyanın bilgi verme, toplumsallaştırma, motive etme, tartışma ortamı sağlama, eğitim, kültürel gelişme ve eğlence gibi bir takım işlevleri vardır (Güler, 2006; Kurulu, 2018).

Medyada sağlık ile ilgili programlar sağlığın insan yaşamındaki önemi nedeniyle büyük önem teşkil etmektedir. İnsanlar sağlıkla ilgili gelişme ve bilgileri büyük oranda medyadan öğrenir ve medyada insanların bu ilgisine karşılık verir. Bu nedenle televizyonun en yoğun izlendiği saatlerde; sağlığı koruyan ve yükselten programların (örn: sağlıklı beslenme, sigarayla mücadele, aile içi iletişim) yapılması, toplum sağlığını korumak adına temel bir gerekliliktir. Her işlevi bir amaca dayanan medya en çok; çocuk ve ergenleri, yetişkin kadınları ve diğer önemli grupları (hastalar ve yaşlılar gibi) büyük oranda etkilemektedir (Aktaş, 2014; Avcı & Sönmez, 2013; Bat et al., 2010; Kurulu, 2018).

Medyada Kadının Temsili

Medyanın kitleler üzerinde oldukça büyük oranda dönüştürücü ve değiştirici bir etkisi bulunmaktadır. Medya politik, kültürel ve toplumsal konuların sunulması ve tartışılması için uygun ortam hazırlamaktadır (Aliefendioğlu & Arslan, 2005; Kafiris & Vassiliadou, 2005). Günümüzde tüketimin artması sonucunda, kişilerin, özellikle de erkeklerin ilgisini çekmek amacıyla kadınların medyada kullanılması giderek artmaktadır (Ilgaz Büyükbaykal & Ceyda, 2007). Kadının sadece bir bedene indirgenerek metalaştırılmasında ve malzeme olarak kullanılmasında medya oldukça etkilidir. Kadınlar medyada karar verici, aktif bireyler olmaktan ziyade tüketici ve pasif olarak görülmektedirler (Özerkan, 2004).

Medya ve Kadın Sağlığı Üzerine Etkisi

Türkiye'deki kadınlar üzerinde yapılan bir çalışmada kadınların en fazla sağlıkla ilgili programları izlediği ve sağlıkla ilgili programları izleyenlerin, sağlıklarına daha fazla dikkat ettikleri tespit edilmiştir (Kurulu, 2018; Özbaş & Özkan, 2010).

Medyanın Kadının Estetik Görüntüsü Üzerine Etkisi

Medya, birçok alanda olduğu gibi kadının estetik görüntüsü üzerinde de oldukça büyük etkiye sahiptir. Kadınlar çoğunlukla burun, meme gibi bölgelerinde estetik operasyon yaptırmakta ve girişim öncesinde medyayı yoğun bir şekilde kullanmaktadırlar. Ulusal gazetelerde de diyet ve kozmetik ile ilgili reklam ve haberlerinde arttığı görülmektedir (Aktaş, 2014). Medya aracılığıyla estetik görüntü olarak toplumda ideal kadın profili çizilmektedir. Bu profil sonucunda da; başlangıçta birbirinden farklı olmalarına rağmen, estetik girişim sonucunda tek tip kadın modeli oluşturulmaktadır. Medya adolesan dönemdeki kızların kendilerini bir modelle özdeşleştirmelerine, bunun sonucunda da anoreksiya nervoza, bulimia nervoza gibi yeme bozukluğu hastalıklarına neden olmaktadır (Aktaş, 2014). Üniversite öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada, ideal kiloda olmalarına rağmen medyanın genç kızlarda kilo memnuniyetsizliği yarattığı ve bunun sonucunda da yeme tutumlarını yeme bozukluğu yaratacak şekilde değiştirdikleri saptanmıştır (Tiggemann & Miller, 2010). Medyanın gün içerisinde uzun süre kullanımı sedanter yaşama bağlı olarak obezite riskini de arttırmaktadır (Kurulu, 2018; Özbaş & Özkan, 2010; Tiggemann & Miller, 2010). Bu etkenler kadın sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bunların yanı sıra medyadan etkilenme sonucu kadınların estetik ürünleri uygulaması da kadınlarda özgüven ve sosyalleşme olanağını arttırarak kadının kendini ruhen ve bedenen daha pozitif hissetmesini sağlamaktadır. Medyada bulunan sağlık programları kadının bilinçlenmesini sağlayarak sağlığını geliştirmektedir. Medya ayrıca kadına yönelik şiddet ve kadın sünneti uygulamaları gibi olumsuz görüntüleri görünür kılarak, kadının cinsiyetine dayalı ayrımcılığın önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Aktaş, 2014; Fatma & Güdekli, 2018).

Medyanın Kadının Beslenmesi Üzerine Etkisi

Ailedeki bireylerin beslenmesine yönelik yanlış veya doğru uygulamalar kadının bu konuya yönelik bilgisiyle orantılıdır (Oran, Toz, Küçük, & Uçar, 2017). Aksoydan ve arkadaşları tarafından medyanın kadınların beslenme davranışları üzerindeki etkisini saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada; kadınların medya araçlarından, sağlık ve beslenme ile ilgili yayınları takip etme sıklığının %91.2 olduğu, kadınların %92.1'inin bu yayınların beslenme davranışlarında değişikliğe neden olduğunu belirttikleri tespit edilmiştir (Aksoydan, Kartal, & Yılmaz, 2010). Gebelik döneminde anne adayları bebeklerinin sağlığı ve kendi

sağlıkları için merak ettiklerini medyadan araştırıp, başkalarının deneyim ve önerilerini dikkate almaktadırlar. Beslenmede anne adaylarının merak ettikleri konuların başında gelmektedir.

Medyanın Gebelik ve Lohusalık-Emzirme Üzerine Etkisi

Medya gebelik, lohusalık ve emzirme vb. dönemde bulunan kadınları da etkilemektedir. Bazı gebeler ideal kiloda olmalarına rağmen beden imajlarının bozulacağını düşünerek gebelikte yeterli ve dengeli beslenmemekte, kendi ve bebeğinin sağlığını riske atmaktadır. Gebeler üzerinde yapılan bir çalışmada gebelikte aldıkları kilodan memnun olmayan gebelerin depresyon puan ortalamalarının diğer gebelerle karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Aktaş, 2014; Kocademir & Gerçek, 2020). Doğum öncesinde anne adaylarının emzirme ve anne sütüyle ilgili bilgilendirilmeleri konusunda önemli kaynaklardan biri medyadır (Gazali Demirtaş & Çelik, 2017). Ayrıca medyada emzirmenin normal ve en doğal yol olduğu belirtilirken, ikinci alternatif olarak sunulan mamaların pratik yönleri ve üstünlüklerinin vurgulanması medyanın emzirme üzerindeki olumsuz etkisidir (Kocademir & Gerçek, 2020). 87 *ebeveyn dergisinde* bebek besleme ilanlarının incelendiği bir çalışmada kaşık ya da biberonla besleme reklamlarının sıklığı arttıkça emzirme oranlarının azalma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Foss & Southwell, 2006). Kitle iletişim araçlarının emzirme ve ek gıda bilgi ve uygulamaları üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışma sonucunda eğitim sonrası kadınların emzirmeye ilgili bilgi düzeylerinin %100 oranında arttığı belirlenmiştir (Seksaria & Sheth, 2014). Emziren annelerin emzirme bilgilerini sosyal medyadan ne derece edindiği ve diğer bilgi kaynaklarının ne olduğunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmanın sonuçlarına göre; araştırmaya katılım gösteren emziren annelerin emzirmeye ilişkin bilgilerini sırasıyla sosyal medyadan, aile ve arkadaşlardan, ebe-hemşire ve hekimlerden sağladığı tespit edilmiştir. Buna göre sosyal medya emziren anneler için önemli bir bilgi kaynağıdır (Gazali Demirtaş & Çelik, 2017).

Medyanın Doğum Şekli Üzerine Etkisi

Doğum çok özel bir olgu olup anne adaylarının yaşamlarında ki en güzel deneyimlerden biridir (Sayiner & Özerdoğan, 2009). Ancak doğurganlık çağındaki kadınların doğum şekli tercihinde aile, arkadaş dışında, internet ve gazetelerde yer alan doğum hikayeleri ve fotoğrafları, görsel medyada gösterilen ağırlı doğum sahneleri de önemli rol oynamaktadır (Ay, Ekmekçi, Batuhan, & Oğuz, 2019; Luce et al., 2016). Ayrıca son araştırmalar medyanın doğumu doğallıktan ziyade tıbbileştirdiğini ve yetersiz temsil edilen vajinal doğumun riskli olduğunu gösterdiğini ortaya koymuştur (Petrovska, Sheehan, & Homer, 2017). Televizyon hipertansiyon, doğum sonu kanama, serviks kanseri, preterm doğum eylemi ve diyabetli annelere işaret ederek genellikle doğum eylemini potansiyel bir tehlike olarak göstermektedir (Luce et al., 2016). Kanada’lı kadınların doğum hakkındaki bilgileri nasıl edindiklerinin araştırıldığı bir çalışmada kadınların doğum tutumlarının medya tarafından şekillendiği ve doğum korkusunun yüksek olduğu belirlenmiştir (Stoll & Hall, 2013). Kadınların doğum korkusu ve doğum tercihleri üzerine 3680 kişi üzerinde yapılan başka bir çalışmada gebelik ve doğumla ilgili bilgileri medyadan edinen kadınların doğum korkusu ve sezaryen doğum tercihlerinin daha fazla olduğu bulunmuştur (Stoll, Hall, Janssen, & Carty, 2014). ABD’de doğumun gösterildiği 85 televizyon programının incelendiği bir çalışmada kadınların tıbbi müdahale olmadan doğum yapamayacakları gösterilmiştir (Morris & McInerney, 2010).

Sonuç olarak medya kadın sağlığını çok çeşitli yönlerden olumlu ve olumsuz olarak etkilemektedir. Bu nedenle sağlık profesyonelleri medyada yer alarak, medyadaki kendi mesleki boşluğunu doldurarak kadın sağlığının korunmasına katkı sağlamalıdır (Aktaş, 2014; Gazali Demirtaş & Çelik, 2017; Kocademir & Gerçek, 2020; Luce, Hundley, & Van Teijlingen, 2017).

KAYNAKLAR

Aksoydan, E., Kartal, B., & Yılmaz, K. (2010). Medya kadınları beslenme konusunda nasıl etkiliyor. *Sürekli Tıp Eğitim Dergisi: STED*, 19(1), 1-5.

- Aktaş, S. (2014). Medyanın kadın estetiği üzerine etkileri ve ebenin rolü. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17(3).
- Aliefendioğlu, H., & Arslan, Y. (2005). Women's Representation in the Media of Northern Cyprus.
- Avcı, A. G. İ. B., & Sönmez, A. G. M. F. (2013). Sağlık iletişimi bağlamında bireylerin televizyonda yayınlanan sağlık programlarını izleme alışkanlıkları ve motivasyonları: Elazığ örneği. *Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi*, 2(2).
- Ay, F., Ekmekçi, K., Batuhan, F., & Oğuz, A. (2019). Kadınlar Sosyal Medyada Normal Doğum Eylemi ile İlgili Ne Paylaşıyor? www. kadinlarkulubu. com Örneği. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(1).
- Bat, Z. B. A. V. M., Vural, Z. B. A., & Mikail, B. (2010). Yeni Bir İletişim Ortamı Olarak Sosyal Medya: Ege Üniversitesi İletişim Fakültesine Yönelik Bir Araştırma. *Journal of Yaşar University*, 5(20), 3348-3382.
- Fatma, A., & Güdekli, İ. A. (2018). Toplumsal cinsiyet ve medya ilişkisi: Yazılı basında kadına şiddet ve kadın cinayetleri haberleri üzerine bir analiz. *Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (UKSAD)*, 4(2), 475-506.
- Foss, K. A., & Southwell, B. G. (2006). Infant feeding and the media: the relationship between Parents' Magazine content and breastfeeding, 1972–2000. *International Breastfeeding Journal*, 1(1), 1-9.
- Gazali Demirtaş, Z., & Çelik, R. (2017). Emziren annelerin emzirme bilgilerinin kaynaklarının incelenmesi: Instagram örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22, 389-403.
- Güler, Ç. (2006). Kitle iletişim araçları ve sağlık. *Toplum Hekimliği Bülteni*, 25(1), 1-4.
- İlgaz Büyükbaykal, & Ceyda, A. (2007). Medyada kadın olgusu. *İstanbul Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 2007(28), 19-30.
- Kafiris, K., & Vassiliadou, M. (2005). *The Gender & Media Handbook: Promoting Equality, Diversity & Empowerment*: Mediterranean Institute Of Gender Studies.
- Kocademir, L., & Gerçek, E. (2020). Prenatal ve postnatal dönemde dijital medyanın kullanımı. *Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 6(1), 29-43.
- Kurulu, R. T. Ü. (2018). Televizyon İzleme Eğilimleri Araştırması 2018. *RTÜK, Ankara*.
- Luce, A., Cash, M., Hundley, V., Cheyne, H., Van Teijlingen, E., & Angell, C. (2016). "Is it realistic?" the portrayal of pregnancy and childbirth in the media. *BMC pregnancy and childbirth*, 16(1), 1-10.
- Luce, A., Hundley, V., & Van Teijlingen, E. (2017). *Midwifery, childbirth and the media*: Springer.
- Morris, T., & McInerney, K. (2010). Media representations of pregnancy and childbirth: An analysis of reality television programs in the United States. *Birth*, 37(2), 134-140.
- Oran, N. T., Toz, H., Küçük, T., & Uçar, V. (2017). Medyanın kadınların beslenme alışkanlıkları, besin seçimi ve tüketimi üzerindeki etkileri. *Life Sciences*, 12(1), 1-13.
- Özbaş, S., & Özkan, S. (2010). Kadın sağlığını geliştirmede medyanın kullanımı ve etkisi. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 9(5), 541-546.
- Özerkan, Ş. A. (2004). Bir Toplumsallaştırma Aracı Olarak, Medyanın Kadın İmajına Yaklaşımı. *Kadın çalışmalarında disiplinlerarası buluşma*, 2, 21-29.
- Petrovska, K., Sheehan, A., & Homer, C. S. (2017). Media representations of breech birth: A prospective analysis of web-based news reports. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 62(4), 434-441.

- Sayiner, F. D., & Özerdoğan, N. (2009). Doğal Doğum. *Maltepe Üniversitesi Hemşirelik Bilim ve Sanatı Dergisi*, 2(3).
- Seksaria, S. A., & Sheth, M. K. (2014). Mass media campaign to improve infant and young child feeding practices amongst tribal mothers of Chikhli taluka, Gujarat. *American International Journal of Research in Humanities, Arts and Social Sciences*, 191.
- Stoll, K., & Hall, W. (2013). Vicarious birth experiences and childbirth fear: Does it matter how young Canadian women learn about birth. *J Perinat Educ*, 22(4), 226-233.
- Stoll, K., Hall, W., Janssen, P., & Carty, E. (2014). Why are young Canadians afraid of birth? A survey study of childbirth fear and birth preferences among Canadian University students. *Midwifery*, 30(2), 220-226.
- Tiggemann, M., & Miller, J. (2010). The Internet and adolescent girls' weight satisfaction and drive for thinness. *Sex roles*, 63(1), 79-90.

PERSONALITY CHARACTERISTICS: AS PREDICTOR OF ACADEMIC PERFORMANCE IN UNIVERSITY STUDENTS

Rohma Ashraf

Lecture, Clinical psychology Department. School of Professional Psychology, University of Management and Technology, Lahore, Pakistan

Ifzonia Babar

Lecture, Clinical psychology Department. School of Professional Psychology, University of Management and Technology, Lahore, Pakistan

Sana Fatima

Lecture, Clinical psychology Department. School of Professional Psychology, University of Management and Technology, Lahore, Pakistan

Department of Clinical Psychology, University of Management and Technology, Lahore, Pakistan

ABSTRACT

Personality is the combination of a number of traits. Personality determines a set of important characteristics and personality traits affect academic performance in students, either positively or negatively. The study was aimed to explore the relationship between academic performance, and personality traits (Openness, Agreeableness, Conscientiousness, Neuroticism, Extroversion). It was a cross sectional research design. The sample of the study was comprised of graduate and undergraduate University students (male and female) and age range of participants from 18 to 25 years by using convenient sampling technique. The study variables were measured by using Academic Performance Rating Scale and Big Five Personality Traits Scale in this research. Results were statistically analyzed through SPSS version 20. The Results revealed the personality trait (extroversion and openness) are positively predicting the academic performance. Moreover, there were found a strong relationship among extroversion and academic performance. Hence, this research can help to identify the personality strengths, also to spread awareness for the personality grooming and key role of traits in academic performance.

Keywords: Academic Performance, Personality Traits (Openness, Agreeableness, Conscientiousness, Neuroticism, Extroversion)

AN ANALYTICAL STUDY FEATURING MAXWELL NANOFLUID DUAL CONVECTIVE FLOW CONFIGURED BY A STRETCHABLE SURFACE IN FRAMES OF IMPROVED HEAT-MASS FLUXES

Mr. Muhammad Nasir¹ & Dr. Nurnadiah Zamri¹

Faculty of Informatics and Computing, University Sultan Zainal Abidin (Kampus Gong Badak), Kuala Terengganu, Terengganu 21300, Malaysia

Dr. Muhammad Waqas²

NUTECH School of Applied Science and Humanities, National University of Technology, Islamabad 44000, Pakistan

ABSTRACT

This article seeks to identify the strategy for the Maxwell nanofluid to flow double diffusion over a stretchy surface in the problem of Cattaneo–Christov. The definition of Cattaneo–Christov double diffusion is being used for formulations of temperature and concentration. In determining energy and concentration diffusions with thermal and solutal relaxation durations each, Cattaneo–Christov's double diffusion approach is being utilized. Heat and mass transport features are evaluated by stimulating non–linear mixed convection and heat generation/absorption. The nanofluid approach combines Brownian motion and thermophoresis. Suitable conversion is carried out to transform nonlinear partial differential system dimensional guiding equations into ordinary nonlinear differential systems. By a modest homotopic analysis method (HAM), the governing dimensionless problems are derived. In the fields of linear velocity, temperature and concentration of nanoparticles it is graphically addressed the role of multifarious factors. The skin friction study results are quantitatively studied and evaluated. For heat generation ($S > 0$) and absorption ($S < 0$), temperature $\theta(\eta)$ and boundary layer width are substantially different.

Keywords: Cattaneo–Christov double diffusion, nonlinear mixed convection, Maxwell nanofluid, heat generation/absorption.

METABOLİK SENDROMDA DEĞİŞEN HÜCRE İÇİ KALSİYUMA TRPC KANALLARININ KATKISININ ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATING OF TRPC CHANNELS, THE CONTRIBUTION OF INTRACELLULAR CALCIUM CHANGING IN METABOLIC SYNDROME

Ayşegül DURAK

Ankara üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-8365-316X

ÖZET

Kalsiyum, kalp fonksiyonunda önemli bir ikinci habercidir. Sadece kalbin uyarılması, kasılma gevşemesi için değil, aynı zamanda hipertrofik kardiyak yeniden modellemesinde, kalp yetmezliğinden gen transkripsiyonunu kontrol eden sinyal transdüksiyon yollarının aktivasyonu için de önemlidir. Kalp hücrelerinde hücre içinde büyük miktarda Ca^{2+} giriş-çıkışı olmaktadır ve önceleri kalp hücrelerindeki küçük kalsiyum değişimleri önemsenmemektedir. Fakat daha sonra yapılan çalışmalarda az miktarda Ca^{2+} değişimlerinin kalbin sinyal mekanizmasında önemli rollerinin olduğu gösterilmiştir. TRP Proteinlerinin kalbin kasılma-gevşemesindeki gerekli olan Ca^{2+} 'dan farklı olarak, patolojik durumlardaki Ca^{2+} modülasyonunda önemli roller üstlenmektedir. Bizim bu çalışmadaki amacımız EMtabolik sendromde değişen hücre içi kalsiyum hemostazındaki değişimlere TRPC kanallarının katkısını araştırmaktır. Bunun için 2 aylık wistar türü erkek sıçanlar alınarak 2 gruba ayrılmıştır. Bir gruba içme suyuna %33 oranında sukroz karıştırılarak 24 hafta beslenmiştir. Diğer gruba ise standart beslenme modeli uygulanmıştır. 24 haftanın sonunda metabolik sendrom olduğu doğrulanan hayvanlar deneye alınmıştır. İzole edilen hücrelerden patch clamp yardımıyla total TRPC kanal akımları ölçülmüştür. Ayrıca diastolik Ca^{2+} miktarına etkisini araştırmak amacıyla konfokal mikroskop yardımıyla spark(Ca^{2+} kıvılcımı) ölçümleri yapılmıştır. Metabolik sendromda TRPC kanal akımlarının arttığı gösterilmiştir. Ayrıca TRPC kanal blokörü uygulandığında spark frekansının ve amplitud değerlerinin azaldığı gösterilmiştir. Bu da bize MetS de TRPC kanallarının hem sistolik hem de diastolik kalsiyum miktarının değişiminde önemli rolünün olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelime: TRPC kanalları, Spark, Kalsiyum

ABSTRACT

Calcium is an important second messenger in heart function. Calcium is important not only for stimulation and contraction relaxation of the heart, but also for hypertrophic cardiac remodeling, activation of signal transduction pathways and control gene transcription from heart failure. There is a large amount of Ca^{2+} inflow and outflow in heart cells and small calcium changes in heart cells were ignored before. However, in later studies, it has been shown that small amounts of Ca^{2+} changes have important roles in the signaling mechanism of the heart. TRP proteins play an important role in the modulation of Ca^{2+} in pathological conditions, unlike the Ca^{2+} required in the contraction-relaxation of the heart. Our aim in this study is to investigate the contribution of TRPC channels to the changes in intracellular calcium hemostasis in metabolic syndrome. For this, 2-month-old male wistar rats were taken and divided into 2 groups. One group was fed for 24 weeks by mixing 33% sucrose with drinking water. Standard nutrition model was applied to the other group. Animals with confirmed metabolic syndrome at the end of 24 weeks were included in the experiment. Total TRPC channel currents were measured from the isolated cells with the help of a patch

clamp. In addition, spark (Ca^{2+} spark) measurements were made with the help of a confocal microscope in order to investigate its effect on the amount of diastolic Ca^{2+} . It has been shown that TRPC channel currents are increased in metabolic syndrome. In addition, it has been shown that the spark frequency and amplitude values decrease when TRPC channel blocker is applied. This shows us that TRPC channels have an important role in the change of both systolic and diastolic calcium levels in MetS.

Keyword: TRPC channels, spark, calcium

COVID-19 PANDEMİSİNDE BAZI TIBBİ AROMATİK BİTKİLERİN POTANSİYELLERİ: BİR GÜNCELLEME

Title: THE POTENTIALS OF SOME MEDICINAL AROMATIC PLANTS IN THE COVID-19 PANDEMIC: AN UPDATE

Adnan AYHANCİ¹

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye.

¹ORCID No: 0000-0003-4866-9814

Mustafa CENGİZ²

²Siirt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Mat. ve Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Siirt, Türkiye.

²ORCID No: 0000-0002-6925-8371

Ahmet MUSMUL³

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıbbi Dokümantasyon ve Sekreterlik Programı, Eskişehir, Türkiye.

³ORCID No: 0000-0003-3669-7017

Namık BİLİCİ⁴

⁴Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı, Karabük, Türkiye.

⁴ORCID No: 0000-0002-4320-3567

Suzan YAMAN⁵

⁵Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Karabük, Türkiye.

⁵ORCID No: 0000-0001-8145-6090

Merve DEMİR⁶

⁶Nun Koleji-İstanbul, Türkiye

İlknur Kulcanay ŞAHİN⁷

⁷Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Kırıkkale, Türkiye.

⁷ORCID NO: 0000-0003-1948-6912

ÖZET

Şiddetli akut solunum sendromu koronavirüs tip 2 (SARSCoV-2) 2019'un sonunda tanımlanan yeni bir koronavirüs (COVID-19)'tür. Bu salgın, araştırmacıları bu hastalığın ilerlemesini ve yayılmasını azaltmak veya durdurmak için ilaçlar veya aşılar üretmeye sevk etmiştir. Flavonoidlerin COVID-19 ile ilgili komplikasyonlar üzerinde terapötik etki gösterdiği rapor edilmiştir. Bu çalışma, flavonoidlerin SARSCoV-2 üzerindeki olası terapötik faydalarını gözden geçirmektedir. Toplam 7 adet tıbbi aromatik bitkiden oluşan Polih herbal ürünümüz ile ilgili içerik, toksisite ve Coronavirüsü inhibe edici etkileri Tübitak MAM'da çalışılmış olup sonuçlarımız olumlu bulunmuştur. Anti-viral etkinlik testi Vero E6 hücre hattı ile gerçekleştirilmiştir. Ürünümüzün içeriğinde bulunan kaempferol, quercetin, sinnamaldehid, piperin, E, D, A, C vitaminleri, taraxasterol vb. gibi maddelerin antiviral, antibakteriyel, antifungal, antiinflamatuvar,

antioksidan, antikanser, immünmodölatör, bağışıklık güçlendirici, hücre koruyucu ve doku yenileyici etkilere sahip oldukları gösterilmiştir. Özellikle kaempferol ve quercetin, protein kinaz B'nin inhibisyonu ve protein kinazın fosforilasyonu gibi antiviral özellikler ve SARS-CoV-2 ile enfekte hücrelerde eksprese edilen seçici bir kanalı (3a kanalı) bloke etmektedir. Ayrıca ROS seviyesini, İNOS ekspresyonunu, TNF- α , IL-1 α , IL-1 β , IL-6, IL-10 ve IL-12 p70 türü sitokinleri ve kemokinleri içeren proinflamatuvar mediatörleri azaltarak sitokin fırtınasının önüne geçmektedir. İmmunSA'nın insan dozları (700 mg)'nın toksik olmadığını ortaya koymuştur. Hücre kültürü ortamında SARS-CoV-2'nin bağlandığı ACE 2 reseptörleri bulunan VERO E6 hücreleri Coronavirüse maruz bırakılmış korunmasız olan hücreler Coronavirüs ile enfekte olmuşlardır. Ancak VERO E6 hücrelerinin bulunduğu ortama İmmunSA'nın insan dozunun ½ dilüsyonu ilave edildiğinde VERO E6 hücreleri 35 saat, ¼ dilüsyonu ilave edildiğinde VERO E6 hücreleri 17 saat boyunca enfekte olmamıştır. Özellikle kaempferol ve quercetin, COVID-19'un kontrolünde ve/veya tedavisinde faydalı etkiler gösterebilir.

Anahtar Kelimeler: Pandemi, Coronavirüs, İmmünsa, Polih herbal, Antiviral etkinlik

ABSTRACT

Severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2 (SARSCoV-2) is a novel coronavirus (COVID-19) identified at the end of 2019. This epidemic has prompted researchers to produce drugs or vaccines to reduce or stop the progression and spread of this disease. Flavonoids have been reported to exert a therapeutic effect on complications related to COVID-19. This study reviews the possible therapeutic benefits of flavonoids on SARSCoV-2. The content, toxicity and coronavirus inhibitory effects of our Polih herbal product, which consists of a total of 7 medicinal aromatic plants, were studied in Tübitak MAM and our results were found positive. Anti-viral activity testing was performed with the Vero E6 cell line based on impedance using the xCELLigence MP real-time cell analyzer. Our product contains kaempferol, quercetin, cinnamaldehyde, piperine, vitamins E, D, A, C, taraxasterol etc. It has been shown that substances such as antiviral, antibacterial, antifungal, anti-inflammatory, antioxidant, anticancer, immunomodulatory, immune-enhancing, cell-protective and tissue regenerative effects. In particular, kaempferol and quercetin have antiviral properties such as inhibition of protein kinase B and phosphorylation of protein kinase, and block a selective channel (channel 3a) expressed in SARS-CoV-2 infected cells. In addition, it prevents cytokine storm by reducing ROS level, İNOS expression, TNF- α , IL-1 α , IL-1 β , IL-6, IL-10 and IL-12 p70 type cytokines and proinflammatory mediators including chemokines. Human doses (700 mg) of ImmunSA revealed that it was not toxic. VERO E6 cells with ACE 2 receptors to which SARS-CoV-2 binds in the cell culture medium were exposed to the Coronavirus, and the vulnerable cells were infected with the Coronavirus. However, VERO E6 cells were not infected for 35 hours when ½ dilution of the human dose of ImmunSA was added to the medium containing VERO E6 cells, and VERO E6 cells were not infected for 17 hours when ¼ dilution was added. In particular, kaempferol and quercetin may have beneficial effects in the control and/or treatment of COVID-19.

Keywords: Pandemic, Coronavirus, Immune, Polyherbal, Antiviral efficacy

***PLODIA INTERPUNCTELLA* (HUBNER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE)'NİN FARKLI BUĞDAY UNU ÇEŞİTLERİNDE GELİŞİMİ**

DEVELOPMENT OF *PLODIA INTERPUNCTELLA* (HUBNER) (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) IN DIFFERENT TYPES OF WHEAT FLOUR

Aylin Buse KAYMAKCI¹

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya/Türkiye

¹ORCID ID: 0000-0002-8271-7448

Hüseyin ÇETİN²

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya/Türkiye

²ORCID ID: 0000-0002-3252-0778

ÖZET

Lepidoptera takımında Pyralidae familyasının birçok türü beslenme suretiyle tarımsal ürünlerde ve depolanan ürünlerde zararlara neden olmaktadır. Pyralidae familyası türlerinden biri olan *Plodia interpunctella* (Hubner) (Kuru meyve güvesi) kuru meyvelerde, depolanan hububat ve mamüllerinde, un fabrikalarında önemli zararlara yol açmaktadır. Bu araştırma *P. interpunctella*'nın farklı un çeşitlerinde verdiği zararı ve gelişimini tespit etmek için yürütülmüştür. Çalışmada besin olarak buğdaydan elde edilen tam buğday unu, kepekli un ve buğday ruşeymi kullanılmıştır. Denemeler iklim odasında 28°C sıcaklık, %70±5 orantılı nem ve 16:8 saatlik (aydınlık: karanlık) fotoperiyot koşullarında yürütülmüştür. Un çeşitlerinin *Plodia interpunctella*'nin toplam yumurta sayısına, larva gelişme süresine, pupa gelişme süresine, larva gelişimini tamamlama oranına, pupa gelişimini tamamlama oranına ve ergin ömrüne etkileri incelenmiştir. Denemelere bir gün yaşında 50 larva ile başlanılmıştır. Farklı besinlerde beslenen dişilerin bıraktığı toplam yumurta sayısı kepekli unda 202.40 adet, tam buğday ununda 225.00 adet ve buğday ruşeyminde 230.60 adet olarak belirlenmiştir. Larva gelişme süresi en kısa buğday ruşeyminde 24.20 gün, en uzun kepekli unda 50.25 gün olarak tespit edilmiştir. Pupa gelişme süresi en kısa buğday ruşeyminde 7.40 gün, en uzun kepekli unda 8.40 gün olarak belirlenmiştir. Larva gelişimini tamamlama oranı en düşük kepekli unda %54.00, en yüksek buğday ruşeyminde %90.00 olarak belirlenmiştir. Pupa gelişimini tamamlama oranı en düşük tam buğday ununda %64.50, en yüksek buğday ruşeyminde %91.11 olarak belirlenmiştir. Ergin ömrü incelendiğinde en kısa tam buğday ununda 6.60 gün, en uzun kepekli unda 10.50 gün olduğu tespit edilmiştir. *Plodia interpunctella*'nin gelişmesi ve çoğalması için buğday ruşeyminin en uygun besin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Plodia interpunctella*, kuru meyve güvesi, buğday un çeşitleri, gelişim, çoğalma

ABSTRACT

Many species of the Pyralidae family in the order Lepidoptera cause damage to agricultural products and stored products by feeding. *Plodia interpunctella* (Hubner) (Indian meal moth), one of the species of the Pyralidae family, causes significant damage to dried fruits, stored grains and products, and flour mills. This research was carried out to determine the damage and growth of *P. interpunctella* in different wheat flour varieties. In the study, whole wheat flour obtained from wheat, wholemeal flour and wheat germ were used as food. Experiments were carried out in the climate room at 28°C temperature, 70±5% proportional humidity and 16:8 hour (light: dark) photoperiod conditions. The effects of different wheat flour types on

the total egg number, larval development time, pupal development time, development completion rate of larva, development completion rate of pupa and adult lifespan of *Plodia interpunctella* were investigated. Trials were started with one day old 50 larvae. The total number of eggs laid by females fed on different foods was determined as 202.40 in wholemeal flour, 225.00 in whole wheat flour and 230.60 in wheat germ. The shortest larval development period was 24.20 days in wheat germ, and the longest in wholemeal flour was 50.25 days. Pupal development time was determined as 7.40 days in the shortest wheat germ and 8.40 days in the longest wholemeal flour. The lowest rate of completion of larval development was determined as 54.00% in wholemeal flour and highest 90.00% in wheat germ. The lowest pupal development rate was determined as 64.50% in whole wheat flour and highest 91.11% in wheat germ. When the adult lifespan was examined, it was determined that the shortest whole wheat flour was 6.60 days, and the longest whole wheat flour was 10.50 days. It has been determined that wheat germ is the most suitable food for the development and reproduction of *Plodia interpunctella*.

Keywords: *Plodia interpunctella*, indian meal moth, development, reproduction, wheat flour type

CONTROL SYSTEM DESIGN TO CONTROLLING AFARMS IRRIGATION TO EXPLOIT SEWAGE WATER BY PROGRAMABLE LOGIC CONTROL

Amhimmid .Q. Almagrouk

Mechatronics Department, Higher Institute of Engineering Technology, Bani Walid, Libya

ABSTRACT

This paper presents an attempt to exploit the water drainage which go as losses despite the fact that most of them suitable for watering, especially that soil needs every drop of water. As the design, implementation and programming of Programmable Logic Control (PLC) to control the process of irrigation and determine the viability of water drainage on the process of irrigation by installing sensors dipped in water drainage to determine salinity - PPM (part per million - part per million) which in turn feedback the information needed on the salinity of that to the PLC and that turn, and the basis of these data you give instruct the Executive to work or to stop the plant to withdraw water, pumped from the drainage and the transition to a source of water, the second alternative (well water) in the case of non-conformity of salinity (height) than accepted in the irrigation water or in the case of lack of sufficient water for irrigation or interrupted, as happens in most of the farms some the months. The system above and given the probability of it installed in remote locations far from sources of electrical energy has been reliance on renewable energy (solar) in the operation control system, pumps and control electromagnetic valves.

Key words: PLC, control, system, design.

OMİPALİSİB'İN C6 GLİOMA HÜCRE HATTINDA ANTİKANSER ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE ANTIPROLIFERATIVE EFFECT OF OMİPALİSİB ON C6 GLİOMA CELL LINE

Ahmet Kemal FİLİZ¹

¹ÜniversiteCumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fiziyojji Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9260-5549>

ÖZET

Glioblastoma multiforme (GBM), yetişkinlerde yaklaşık 16 aylık bir medyan sağkalım süresi olan ölümcül bir primer beyin tümörü türüdür. Bunun nedeni GBM'nin lokal olarak agresif ve istilacı doğası, GBM hücrelerinin terapötik direnç geliştirme yeteneği ve beyinde terapötik konsantrasyonlara ulaşabilen sınırlı sayıda ilaçtır. Modern tedavi seçenekleri kanser hastalarını remisyona sokabilse de, mevcut ilaçların yan etkileri, doktorların mevcut tedavi stratejilerini kullanma kapasitesini sınırlayan ciddi bir sorundur. Bu bağlamda, daha az yan etkiye sahip yeni farmakolojik ilaçların geliştirilmesine yönelik daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, PI3K/mTOR sinyal yolu inhibitörlerinden biri olan omipalısib'in C6 glioma hücre hattı üzerindeki antiproliferatif etkisini araştırmaktır.

XTT testi kullanılarak, omipalısib'in C6 glioma hücre hattının hücre canlılığı üzerine etkisi araştırıldı. Bu hücreler, oyuk başına 1×10^4 hücre konsantrasyonunda ekildi ve omipalısib ilavesinden önce gece boyunca inkübe edildi. Bundan sonra hücrelere 24 saat boyunca farklı konsantrasyonlarda (5, 10, 15 ve 20 μM) omipalısib uygulandı. Uygulama yapılmayan hücreler kontrol olarak kullanıldı. İnkübasyondan sonra her kuyucuğa 50 μL XTT karışımı eklendi. 4 saatlik inkübasyonun ardından hücreler çalkalandı ve 450 nm'de bir mikropilaka okuyucu (Thermo Fisher Scientific, Altrincham, Birleşik Krallık) kullanılarak absorbans ölçüldü. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi One Way ANOVA ile yapıldı, istatistiksel anlamlılık $p < 0,05$ olarak tanımlandı.

Kontrole kıyasla uygulama yapılan gruplarda C6 glioma hücrelerinin canlılığında önemli bir azalma olmadı. ($p > 0,05$).

Anahtar kelimeler: Omipalısib, Glioblastoma Multiforme, C6 glioma hücre hattı, Antikanser etki

ABSTRACT

Glioblastoma multiforme (GBM) is a type of fatal primary brain tumor in adults, with a median survival duration of about 16 months. This is due to the locally aggressive and invasive nature of GBM, the ability of GBM cells to develop therapeutic resistance, and the limited number of drugs capable of reaching therapeutic concentrations in the brain. Although modern treatment choices can put cancer patients in remission, the side effects of current medications are a serious issue that limits physicians' capacity to use available treatment strategies. In this context, more research into the development of new pharmacological medicines with fewer side effects is required. The aim of this study was to investigate the antiproliferative effect of omipalısib that is one of the PI3K/mTOR signaling pathway inhibitor on the C6 glioma cell line.

Using XTT test, the effect of omipalısib on the survival of C6 glioma cell line was investigated. These cells were cultivated at a concentration of 1×10^4 cells per well and incubated overnight before the addition of omipalısib. After that the different concentrations (5, 10, 15 and 20 μM) of omipalısib were applied to cells

for 24 h. Cells that had not been treated were used as a control. After incubation, 50 μ L of XTT mixture was supplemented to each well. Following 4-hour incubation, the cells were shaken and the absorbance was measured using a microplate reader (Thermo Fisher Scientific, Altrincham, United Kingdom) at 450 nm. Statistical evaluation of the data was performed by One Way ANOVA, statistical significance was defined at $p < 0.05$.

There was no significant decrease in the viability of C6 glioma cells in treated-groups compared to the control. ($p > 0.05$).

Keywords: Omipalisib, Glioblastoma Multiforme, C6 glioma cell line, Antiproliferative Effect

TİAMİN PTZ İLE İNDÜKLENEN RAT EPİLEPSİ MODELİNDE BEYİN İNFLAMASYONUNU AZALTARAK EPİLEPTOGENEZİ AZALTIR

THIAMINE ALLEVIATES EPILEPTOGENESIS BY RELIEVING BRAIN INFLAMMATION IN PTZ-INDUCED KINDLING RAT MODEL

Sebahattin KARABULUT¹

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi ve Teknik Hizmetler Bölümü, Sivas, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3261-4125>

ÖZET

Epilepsi, beyindeki nöronlarının hipereksitabilitesi ve hipersenkronizasyonundan kaynaklanan spontan ve tekrarlayan nöbetlerle karakterize kronik nörolojik bir hastalıktır. Antiepileptik ilaçlar (AED'ler) hastalığın başlıca tedavisinde yer alsa da, teşhis konulan epilepsi hastalarının yaklaşık %40'ı bu ilaçlara yanıt vermemektedir. Ayrıca, AED'ler altta yatan patofizyolojiyi değiştiremezler ve sadece nöbet baskılama özelliğine sahiptirler. Beynin epileptik hale geldiği süreç olan epileptogenez nöroinflamasyon, hipereksitabilite ve bilişsel bozukluk ile ilişkilidir. Provoke edilmemiş nöbetlerden spontan nöbetlerin ortaya çıkması arasındaki bu dönem, hastalığın ilerlemesini değiştirmek veya önlemek için iyi bir fırsat penceresini temsil eder. Kanıtlar, patolojik beyin iltihabını hedefleyen terapötik stratejilerin ortaya çıktığını ve epileptogenez için hastalığı modifiye edici ya da önleyici tedavilerin umut verici bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, tiaminin epileptogenezdeki olası nöroprotektif rolünü değerlendirmek için PTZ kindling epilepsi modeli kullanıldı. Sıçanlarda tutuşmayı indüklemek için PTZ (35 mg/kg, intraperitoneal (i.p.)), gün aşırı olarak subkonvülzan dozda uygulandı. Sıçanlar, grup başına 6 sıçan olacak şekilde rastgele aşağıdaki dört gruba ayrıldı: (i) Kontrol hayvanları plasebo (fizyolojik tuzlu su 1 mL/kg) ile tedavi edildi, (ii) PTZ hayvanları gün aşırı olarak PTZ (35 mg/kg) ile tedavi edildi, (iii) TIA-25 hayvanlarına her PTZ enjeksiyonundan 30 dakika önce tiamin 25 mg/kg dozda verilirken, (iv) TIA-50 hayvanlara her PTZ enjeksiyonundan 30 dakika önce tiamin 50 mg/kg dozda uygulandı. Beyindeki siklooksijenaz (COX-1 ve COX-2), interlökin 1-beta (IL-1 β), tümör nekroz faktör-alfa (TNF- α) ve nükleer faktör-kB (NF-kB) konsantrasyonları ELISA yöntemiyle analiz edildi. Tiamin epileptogenezi iyileştirirken, beyinde PTZ tarafından indüklenen nöroinflamatuvar araçların seviyesini önemli ölçüde azalttı. Bu sonuçlar, tiaminin PTZ kaynaklı nöroinflamasyonu hafiflettiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: epileptogenez, nöroinflamasyon, tiamin, sıçan

ABSTRACT

Epilepsy is a chronic neurological disorder characterized by spontaneous recurrent seizures resulting from hyperexcitability and hypersynchrony of brain neurons. Antiepileptic drugs (AEDs) are the principal treatment for the disease. However, nearly up to 40% of newly diagnosed epilepsy patients fail to respond to these drugs. Moreover, AEDs cannot modulate the underlying pathophysiology, only have seizure suppression. Epileptogenesis, the process by which the brain becomes epileptic, is related to neuroinflammation, hyperexcitability, and cognitive deficits. This period between the emergence of spontaneous seizures from unprovoked seizures can represent a good opportunity window to change or prevent the progress of the disease. Evidence suggests that therapeutic strategies targeting pathologic brain inflammation have emerged as a promising approach that prevents or disease-modifying therapy for

epileptogenesis. Therefore, the PTZ kindling model of epilepsy was utilized to assess the neuroprotective role of thiamine in epileptogenesis. To induce kindling in rats, PTZ (35 mg/kg, intraperitoneal (i.p.)) was administered as a repeated subconvulsant dose on each alternate day. Rats were randomly divided into the following four groups with six rats per group: (i) The control animals were treated with a placebo (physiological saline 1 mL/kg), (ii) PTZ animals were treated with physiological saline (1 mL/kg) 30 min before each PTZ (35 mg/kg) every other day, (iii) TIA-25 animals received thiamine (25 mg/kg) 30 min before each PTZ injection, and (iv) TIA-50 animals received thiamine (50 mg/kg) 30 min before each PTZ injection. Cyclooxygenase (COX-1 and COX-2), interleukin 1-beta (IL-1 β), tumor necrosis factor-alpha (TNF- α), and nuclear factor- κ B (NF- κ B) concentrations in the brain were analyzed using biochemical assays. Thiamine ameliorated epileptogenesis and decreased the level of neuroinflammatory mediators in the brain induced by PTZ. These results provide evidence that thiamine alleviates PTZ-induced neuroinflammation.

Keywords: epileptogenesis, neuroinflammation, thiamine, rat

VIBURNUM OPULUS VE EQUISETUM ARVENSE EKSTRAKTİ TİCARİ FORMÜLASYONLARININ ANTI-SİTOTOKSİK VE ANTI-GENOTOKSİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ANTI-CYTOTOXIC AND ANTI-GENOTOXIC EVALUATION OF *VIBURNUM OPULUS* AND *EQUISETUM ARVENSE* EXTRACT COMMERCIAL FORMULATIONS

*Nergis KAYA*¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Çanakkale, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4206-1149>

ÖZET

Araştırmada, *Viburnum opulus* (gilaburu) ve *Equisetum arvense* (kırkkilit) ekstraktı ticari formülasyonlarının, anti-sitotoksikite ve anti-genotoksikite üzerine etkisi *Allium cepa* L. kök ucunda değerlendirilmiştir. *A. cepa* kök ucuna distile su (negatif kontrol), DMSO, etil metan sülfonat (EMS, pozitif kontrol), *V. opulus* ve *E. arvense* ekstraktı ticari formülasyonları %5 ve %10 dozlarında 24 ve 48 saat uygulanmıştır. *A. cepa* kök uçlarından asetokarmin ile ezme preparat hazırlanarak meristematik hücrelerdeki mitoz bölünme evreleri ve kromozomal aberasyonlar ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Sitotoksikite ve genotoksikite sırasıyla %mitotik indeks ve %kromozomal aberasyon indeksi hesaplanarak değerlendirilmiştir. *V. opulus* ve *E. arvense* ekstraktlarının 24 saat uygulamasının distile su, DMSO uygulamaları ile karşılaştırıldığında; mitotik indeksi arttırdığı, kromozomal aberasyon indeksini azalttığı belirlenmiştir. Ekstrakt doz artışına bağlı olarak mitotik indeksin arttığı, kromozomal aberasyon indeksinin azaldığı saptanmıştır. *V. opulus* ve *E. arvense* ekstraktlarının 48 saat uygulamasının distile su, DMSO uygulamaları ile karşılaştırıldığında; mitotik indeksi arttırdığı ve kromozomal aberasyon indeksini azalttığı ortaya konmuştur. *E. arvense* ekstrakt doz artışına bağlı olarak mitotik indeksin arttığı, kromozomal aberasyon indeksinin ise azaldığı belirlenmiştir. Sadece *V. opulus* ekstraktının 48 saat uygulanması ile doz artışına bağlı olarak mitotik indeksin azaldığı saptanmıştır. DMSO uygulamasının, mitotik indeks ve kromozomal aberasyon indeksi bakımından distile su uygulaması ile yaklaşık olarak benzer sonuçlar verdiği bulunmuştur. Etil metan sülfonat uygulamasının ise, *V. opulus* ve *E. arvense* ekstraktları, distile su ve DMSO uygulamaları ile karşılaştırıldığında mitotik indeksi azalttığı ve kromozomal aberasyon indeksini arttırdığı ortaya konmuştur. *A. cepa* kök ucu meristematik hücrelerinde ışık mikroskobu ile; C-mitoz, kutup kayması, kalgın kromozom gibi kromozomal aberasyonlar gözlemlenmiştir. Bu araştırmanın sonucunda, *V. opulus* ve *E. arvense* ekstraktı ticari formülasyonlarının negatif kontrol, DMSO ve pozitif kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında *A. cepa* kök ucu hücrelerinde anti-sitotoksik ve anti-genotoksik olduğu belirtilebilmektedir.

Anahtar kelimeler: *Viburnum opulus*, *Equisetum arvense*, anti-sitotoksik, anti-genotoksik

ABSTRACT

The effects of commercial formulations of *Viburnum opulus* and *Equisetum arvense* extract on anti-cytotoxicity and anti-genotoxicity were evaluated at the root tip of *Allium cepa* L. Distilled water (negative control), DMSO, ethyl methane sulfonate (EMS, positive control), 5% and 10% doses of *V. opulus* and *E. arvense* extracts were applied to the root tip of *A. cepa* for 24 and 48 hours. Mitosis stages and chromosomal aberrations in meristematic cells were examined by light microscopy by preparing a preparation with

acetocarmine from the root tips. Cytotoxicity and genotoxicity were evaluated by calculating %mitotic index and %chromosomal aberration index, respectively. When the 24h and 48h application of *V. opulus* and *E. arvense* extracts were compared with distilled water and DMSO applications; It was determined that these extracts increased the mitotic index and decreased the chromosomal aberration index. It was found that the mitotic index increased and the chromosomal aberration index decreased depending on the increase in the extract dose for 24h and 48h except for *V. opulus*. It was found that DMSO application gave approximately similar results with distilled water application in terms of mitotic index and chromosomal aberration index. It was revealed that ethyl methane sulfonate application decreased the mitotic index and increased the chromosomal aberration index when compared with *V. opulus* and *E. arvense* extracts, distilled water and DMSO applications. Chromosomal aberrations such as C-mitosis, polar shifting, and laggard chromosome were observed in *A. cepa* root tips meristematic cells by microscope. As a result of this research, it can be stated that commercial formulations of *V. opulus* and *E. arvense* extracts are anti-cytotoxic and anti-genotoxic in *A. cepa* root tip cells when compared with negative control, DMSO and positive control groups.

Keywords: *Viburnum opulus*, *Equisetum arvense*, anti-cytotoxic, anti-genotoxic

SİTOZOLİK VE MİTOKONDİRİ HEDEFLİ ANTİOKSİDANLARIN KALP YETMEZLİĞİ MODELİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF THE CYTOSOLIC AND MITOCHONDRIA-TARGETED ANTIOXIDANTS IN A HEART FAILURE MODEL

Yusuf OLĞAR

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, Ankara, TURKEY

ORCID ID: 0000-0002-3226-7450

ÖZET

Kalp yetmezliği ve buna bağlı morbidite ve mortalite dünyada olduğu gibi ülkemizde de başat rol oynamaktadır. Özellikle COVID-19 salgınından sonra iskemik kalp yetmezliklerine bağlı ölümlerde belirgin bir artış görülmektedir. Kalp yetmezliği süreçlerinde oksidatif stres hücresel düzeyde yapısal proteinlere saldırarak hücresel tahribat yapmakta ve özellikle mitokondriyal yapı fonksiyon ilişkisini bozmaktadır. Konvansiyonel antioksidanların in vivo olarak çok az etkili oldukları görülmüş, bu nedenle antioksidan tedavi gücünü artırmak için daha spesifik antioksidanlara ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışmada geleneksel antioksidanlar ve mitokondri hedefli antioksidanların embriyonik sıçan ventriküllerinden türetilmiş H9C2 hücre hatlarında doksorubisin ile oluşturulmuş kalp yetmezliği modelinde test edilmesi hedeflenmiştir. Hücreler, %10 fetal dana serumu (FBS), % 1 penisilin ve streptomisin, 4 mM L-glutamin ve 1 mM sodyum piruvat içeren DMEM içerisinde, standart filtreli hücre kültürü flakları kullanılarak, 37°C sıcaklıkta ve %5 CO₂ seviyesinde olan inkübatör içerisinde tutularak büyütülmüştür. Kalp yetmezliği modeli oluşturmak için hücrelere 6-saat boyunca 20 µM doksorubisin verilmiştir. Doksorubisinle inkübe edilecek gruplara genel antioksidan etki için Ellagik asit (1 µM) ve mitokondri hedefli antioksidan içinse MitoTEMPO (1 µM) uygulaması yapılmıştır. Hücrelerden reaktif oksijen türleri seviyeleri (ROS) ve mitokondriyal membran potansiyeli (MMP) ölçümleri elektrofizyolojik yöntemlerle yapılmıştır. Sadece Doksorubisin verilen grupta ROS miktarının arttığı ve MMP seviyesinin düştüğü yani depolarize olduğu görülmüştür. Bu bulgular kalp yetmezliği modelimizi de doğrulamaktadır. MitoTEMPO uygulamasının Ellagik aside göre ROS seviyesini daha iyi düzelttiği görülmüş buna karşın MMP seviyelerinde pozitif düzelmeler arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Oksidatif stres kalp yetmezliği modelinde oldukça önemli bir süreçtir bu nedenle antioksidan tedavi büyük önem arz etmektedir. Bulgularımız mitokondri hedefli antioksidanın genel antioksidanlara göre daha iyi bir terapötik ajan olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalp yetmezliği, Doksorubisin, Ellagik Asit, MitoTEMPO.

ABSTRACT

Heart failure and its associated morbidity and mortality rate play a leading role in our country as well as in the world. Especially after the COVID-19 pandemic, there is a significant increase in deaths related to ischemic heart failure. Oxidative stress attacks structural proteins at the cellular level, causing cellular destruction and especially disrupting the mitochondrial structure-function relationship in heart failure. Although conventional antioxidants show little effects in vivo, there is an urgent demand for more specific antioxidants to boost antioxidant therapy. In this study, it was aimed to test conventional antioxidants and mitochondria-targeted antioxidants in a doxorubicin-induced heart failure model in H9C2 cell lines derived from embryonic rat ventricles. Cells were grown in DMEM containing 10% fetal calf serum (FBS), 1% penicillin and streptomycin, 4 mM L-glutamine and 1 mM sodium pyruvate, using standard filtered cell

culture flasks, kept in an incubator at 37°C and 5% CO₂. Heart failure model were induced by 20 µM doxorubicin exposure for 6-h. To test the general versus mitochondria targeted antioksidant effects cells were incubated with Doxorubicin plus Ellagic acid (1 µM) and doxorubicin plus MitoTEMPO (1 µM) during the experiments, respectively. Reactive oxygen species levels (ROS) and mitochondrial membrane potential (MMP) measurements from cells were made by florescence based-electrophysiological methods. It was observed that only Doxorubicin treated cells showed the increased ROS levels and depolarized MMP mimics and confirms our H9c2 heart failure models. In addition MitoTEMPO treatment improved the ROS level better than ellagic acid, however, there was no difference between positive improvements in MMP levels for both groups. Oxidative stress is the main culprits for progression of the heart failure, so antioxidant therapy is plays a great role for prevention. Our findings concluded that mitochondria-targeted antioxidant exhibits a more potential therapeutic agent than conventional antioxidants.

Keywords: Heart failure, Doxorubicin, Ellagic Acid, MitoTEMPO.

INACTIVE VITAMIN K-DEPENDENT MATRIX GLA PROTEINS and FEUTIN as POTENTIAL BIOMARKERS of INFLAMMATORY DAMAGE in MICROVASCULAR COMPLICATION of TYPE2 DIABETES

Jasım Awad Abdounalnaylee^{1*}

¹Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry,
Kırşehir, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3783-5178>

*Anwar Jasib Thaaban Almzaieel*²

²University of Al-Qadisiyah, Faculty of Medicine, Department of Medical Chemistry,
Al-Diwaniyah, Iraq

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2789-5812>

*Zuhal Alım*³

³Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry,
Kırşehir, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9663-9199>

ABSTRACT

The mechanisms for vascular calcification and its association with mortality in patients with Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) not completely understood. Macrocirculatory features such as arterial calcifications and stiffness have been linked to circulating dephospho-uncarboxylated Gla Matrix Protein (DP-ucMGP) which consider as biomarker of vitamin K status. High plasma dp-ucMGP concentrations indicate a low vitamin K status and have been related to vascular calcification. Hyperglycemia is the driving force for the development of diabetic vasculare complications and inflammtory response. Fetuin-A (Heremans-Schmid glycoprotein) interacts with circulating calcium and phosphorus, enhancing their solubility. As a result, the deposition of calcium in the arteries is reduced. Arterial calcification is a hallmark of vascular disease in T2DM.

In current study was aimed to investigate the serum levels of the inactive form dP-ucMGP, and its association with vitamin K and inflammatory response in patients with microvasculare complications of T2DM. A total of 160 T2DM patients were included in this study. They were divided into four groups of 40 patients each. These groups were as follows: 40 T2DM patients without micromuscular complications (T2DM, n=40), 40 T2DM patients with diabetic nephropathy (DN, n=40), 40 T2DM patients with diabetic retinopathy (DR, n=40), 40 T2DM patients with diabetic neuropathy (DNR, n=40). Forty healthy subjects were used as the control group. In all groups, the levels of dP-ucMGP, vitamin K, fetuin-A, Tumor Necrosis Factor Alpha(TNF- α), and matrix metalloproteinase (MMP-9) were measured by ELISA.

Fetuin-A, and TNF- α levels were significantly increased in patients with DNR ($P < 0.05$). MMP-9 levels were showed a significant changes in patients with T2DM compared to the control ($P \leq 0.05$) also the results highlighted a significant decrease in levels of (dP-ucMGP) and vitamin K in patients with DNR compared to other patient groups and control group ($P < 0.05$). A strong negative correlation were recorded in this study between dp-ucMGP and vitamin K in DNR patients.

In conclusion, decreased dp-ucMGP and vitamin K levels in T2DM are associated with microvascular complications and the inflammatory response. Therefore dp-ucMGP may act as promising biomarker or therapeutic target in T2DM vascular complications.

Keywords: T2DM, microvascular complications, Fetuin-A, dp-ucMGP, vitamin K.

ELEKTRİK ENERJİ TÜKETİM TAHMİNİNDE YAPAY YENİLEMELİ SİNİR AĞI MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF ARTIFICIAL RECURRENT NEURAL NETWORK FOR ELECTRICITY ENERGY CONSUMPTION FORCASTING

Enes AVCİ¹

¹ Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7774-9138>

Musa AYDIN²

²Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bursa, Türkiye.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5545-1456>

ÖZET

Teknolojinin gelişmesi ve verinin öneminin artmasıyla akıllı şebekelerin önemi ve etkisi her geçen gün artmaktadır. Akıllı şebekelerde sensörler, akıllı sayaçlar, akıllı reaktif güç röleleri gibi verilerin toplanmasına yardımcı olan cihazlar bulunmaktadır. Elektrik güç tüketim verileri, toplanan veri türlerinden birisidir. Modern güç sisteminin gelişimi boyunca yük tahmini temel konu olmuştur. Akıllı şebekelerde enerji tüketim profillerinin kestirimi sonucunda enerji arzının planlaması, şebeke bakım sürelerinin kestirilmesi gibi konularda kullanılmaktadır. Yük tahmininde istatistiksel yöntemler, zaman serisi yöntemi ve son zamanlarda popüler olan yapay sinir ağları metodu kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada elektrik enerjisi yük tahmini için yapay sinir ağı modelleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, Amerika Birleşik Devletleri'nin Eastern Kentucky eyaletinin enerji tüketim verilerinden alınmıştır. Yapay sinir ağı modellerinde, verilerin ilk dört yılı eğitim verisi, son bir yılı ise test kümesi olarak ikiye ayrılarak kullanılmıştır. Veriler yapay sinir ağına verilmeden önce normalizasyon işlemi ile standartlaştırılmıştır. Elektrik yük tahmini için yapay zekâ tabanlı tahmin algoritması olan Yenilemeli Sinir Ağı (YSA), Yenilemeli Sinir Ağı Tabanlı Uzun-Kısa Süreli Bellek (UKSB) ve Evrişsel Sinir Ağı-Uzun-Kısa Süreli Bellek (ESA-UKSB) beraber kullanılmıştır. Kentucky eyaleti enerji tüketim verileri bu üç model üzerinde, her biri 50 dönüm (epoch) yapılarak, kayıp fonksiyonu ise "Adam" en iyileştirici kullanılarak eğitilmiştir. Eğitilen modeller aynı test kümesi üzerinde denenip elde edilen verilerle elektrik tüketim enerji miktarları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu modeller; tahmin edilen veriler ile gerçek veriler, ortalama karesel hata ve ortalama mutlak hata katsayıları seçilip karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Modellerden elde edilen verilerin karşılaştırması sonucunda Evrişsel Sinir Ağı-Uzun-Kısa Süreli Bellek modelinin diğer iki modelere göre test verileri üzerinde en az hata oranı verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Yük Tahmini, Yenilemeli Yapay Sinir Ağı, Evrişimsel Sinir Ağı, Uzun-Kısa Süreli Bellek, Akıllı Şebeke.

ABSTRACT

With the development of technology and increasing importance of data, the importance and impact of smart grids is increasing day by day. In smart grids, there are devices that help collect data such as sensors, smart meters, smart reactive power relays. Electrical power consumption data is one of the data types collected.

Load estimation has been a key issue throughout the development of the modern power system. Estimation of energy consumption profile in smart grids is used in the planning of energy supply, estimation of grid maintenance times. Statistical methods, time series method and recently popular artificial neural network method are used in load estimation. In this study, artificial neural network models were used for electrical energy load estimation. The data used in the study were taken from the energy consumption data of the Eastern Kentucky state of the United States. In the artificial neural network models, the first four years of the data were divided into two as the training data and the last one as the test set. Before the data were given to the artificial neural network they were standardized by the normalization process. Recurrent neural network (RNN), Long short term memory (LSTM) and Convolutional neural network-Long short term memory (CNN-LSTM), which are Artificial intelligence-based prediction algorithms, were used together for electrical load estimation. State of Kentucky energy consumption data were trained on these models using the Adam optimizer, each with fifty epoch and loss functions. Kentucky state energy consumption data were trained on these three models, each one 50 epoch (epoch) and using the "Adam" optimizer as the loss function, too. The trained models were tried to estimate the electricity consumption energy amounts on the same test set. These models were evaluated by selecting and comparing the estimated data with the actual data by choosing the mean square error and mean absolute error coefficients. As a result of the comparison of the data obtained from the models, it was concluded that the Convolutional Neural Network-Long Short-Term Memory (CNN-LSTM) model gave the least error rate on the test data compared to the other two models.

Keywords: Electricity Load Forecasting, LSTM, RNN, LSTM-CNN, Smart grid

NABH₄ METANOLİZİNDEN HİDROJEN ÜRETİMİ İÇİN KULLANILMIŞ ÇAY ATIKLARINDAN DÜŞÜK MALİYETLİ KATALİZÖR ÜRETİMİ

PRODUCTION OF A LOW-COST CATALYST FROM SPENT TEA WASTE FOR HYDROGEN GENERATION FROM METHANOLYSIS OF NaBH₄

Duygu ELMA KARAKAŞ

Siirt Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİÜBTAM), Siirt, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2582-9993>

ÖZET

Fosil yakıtların karbonlaşmasından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının (NO_x, CO₂ vb.) iklim değişikliği üzerinde olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir. Bu nedenle sera gazı emisyonları sorununun çözümü için temiz yenilenebilir enerji çalışmaları yaygınlaşmaya devam etmektedir. Temiz enerji kaynaklarından biri olan hidrojen, yüksek verimliliği ve nispeten düşük sera gazı emisyonları nedeniyle son zamanlarda ileriye dönük bir enerji kaynağı olarak ön plana çıkmıştır [1]. Yanmanın tehlikeli emisyonlar üretmemesi nedeniyle temiz enerjinin önemli bir kaynağı olarak kabul edilir [2]. Genel kullanım ve maliyet söz konusu olduğunda, hidrojen üretimi ve depolanması kilit konulardır [3]. NaBH₄ [4], NH₃BH₃ [5], LiBH₄ [6], KBH₄ [7] vb. metal hidrit bileşikleri çoğunlukla hidrojen kaynağı olarak kullanılmaktadır. Etkili hidrojen depolama kapasitesi (10.8 % wt.), yanmazlığı, alkali çözeltilerde NaBH₄'ün stabilitesi ve toksik olmaması nedeniyle NaBH₄, alkolizasyon reaksiyonu yoluyla hidrojen üretimi için iyi bir malzeme olarak kabul edilmiştir.

Bu çalışmada, organik atıklardan biri olan kullanılmış çay atığı (STW), ilk olarak sodyum borohidürden hidrojen üretimi için metal içermeyen bir katalizör olarak kullanılmıştır. Sodyum borohidürün metanolizinde en aktif katalizörü belirlemek için, katalizör farklı H₃PO₄ konsantrasyonlarında (1-7M), farklı karbonizasyon sıcaklıklarında (200-500 °C) ve farklı karbonizasyon sürelerinde (20-80 dakika) işlevselleştirildi. Optimum parametreler 7M H₃PO₄, 400 °C ve 40 dakika olarak belirlendi. Maksimum hidrojen üretim (HPR) değeri ve aktivasyon enerjisi 76640 mLdak⁻¹gcat⁻¹ ve 12.03 kJmol⁻¹ olarak belirlendi.

Keywords: Biyokütle, Sodyum Borhidür, Metanoliz, Katalizör, Hidrojen Üretimi.

ABSTRACT

It is known that the greenhouse gas emissions (NO_x, CO₂ etc.) resulting from the carbonization of fossil fuels have a negative effect on climate change. For this reason, studies on clean renewable energy continue to become widespread to solve the problem of greenhouse gas emissions. Hydrogen, one of the clean energy resources, has lately gained prominence as a prospective energy resource due to its high efficiency and relatively low greenhouse gas emissions. [1]. It is regarded as a key source of clean energy due to the fact that burning produces no hazardous emissions [2]. When it comes to general use and cost, hydrogen generation and storage are the key issues [3]. NaBH₄ [4], NH₃BH₃ [5], LiBH₄ [6], KBH₄ [7] etc. metal hydride compounds are mostly used as hydrogen sources. Because of its effective hydrogen storage capability (10.8% wt.), incombustibility, stability of NaBH₄ in alkaline solutions, and non-toxicity, NaBH₄ has been regarded as a good material for hydrogen production via the alcoholization reaction.

In this study, spent tea waste (STW), one of the organic wastes, was first used as a metal-free catalyst for the production of hydrogen from sodium borohydride. To identify the most active catalyst in the methanolysis of sodium borohydride, the catalyst was functionalized in different H₃PO₄ concentrations (1-

7M), different carbonization temperatures (200-500 °C) and different carbonization times (20-80 minutes). Optimum parameters were determined as 7M H₃PO₄, 400 °C and 40 minutes. The maximum hydrogen production (HPR) value and the activation energy was determined as 76640 mLmin⁻¹gcat⁻¹ and 12.03 kJmol⁻¹.

Keywords: Biomass, Sodium Borohydride, Methanolysis, Catalyst, Hydrogen Production.

REFERENCES

1. Karakaş, D.E., et al., A dual functional material: Spirulina Platensis waste-supported Pd-Co catalyst as a novel promising supercapacitor electrode. *Fuel*, 2021. **304**: p. 121334.
2. Sahiner, N. and S.B. Sengel, Quaternized polymeric microgels as metal free catalyst for H₂ production from the methanolysis of sodium borohydride. *Journal of Power Sources*, 2016. **336**: p. 27-34.
3. Farrell, A.E., D.W. Keith, and J.J. Corbett, A strategy for introducing hydrogen into transportation. *Energy Policy*, 2003. **31**(13): p. 1357-1367
4. Dai, H.-B., et al., Amorphous cobalt–boron/nickel foam as an effective catalyst for hydrogen generation from alkaline sodium borohydride solution. *Journal of Power Sources*, 2008. **177**(1): p. 17-23.
5. Demirci, S. and N. Sahiner, Superior reusability of metal catalysts prepared within poly (ethylene imine) microgels for H₂ production from NaBH₄ hydrolysis. *Fuel processing technology*, 2014. **127**: p. 88-96.
6. Cai, W., et al., Remarkable irreversible and reversible dehydrogenation of LiBH₄ by doping with nanosized cobalt metalloid compounds. *International journal of hydrogen energy*, 2013. **38**(8): p. 3304-3312.
7. Xu, D., et al., Catalytic behavior of carbon supported Ni–B, Co–B and Co–Ni–B in hydrogen generation by hydrolysis of KBH₄. *Fuel processing technology*, 2011. **92**(8): p. 1606-1610.
8. Demirci, U.B., et al., Sodium borohydride hydrolysis as hydrogen generator: issues, state of the art and applicability upstream from a fuel cell. *Fuel Cells*, 2010. **10**(3): p. 335-350

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF VACUUM DRYING CONDITIONS ON GRAPHENE OXIDE PRODUCTION

VAKUM KURUTMA KOŞULLARININ GRAFEN OKSİT ÜRETİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Fatih SARGIN

Dokuz Eylul University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Buca, 35390 Izmir, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2683-4543>

Funda AK AZEM

Dokuz Eylul University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Buca, 35390 Izmir, Turkey

Dokuz Eylul University, Center for Fabrication and Application of Electronic Materials, Buca 35390, Izmir, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4446-1437>

Kürşat KANBUR

Dokuz Eylul University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Buca, 35390 Izmir, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6343-2992>

Işıl BİRLİK

Dokuz Eylul University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Buca, 35390 Izmir, Turkey

Dokuz Eylul University, Center for Fabrication and Application of Electronic Materials, Buca 35390, Izmir, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3098-2001>

Ahmet TÜRK

Manisa Celal Bayar University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Yunusemre, 45140 Manisa, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4260-6372>

ÖZET

Grafen, tek bir tabaka halinde bal peteği şeklinde düzenlenmiş sp² hibritleştirilmiş karbon (C) atomlarından oluşmaktadır. Grafenin hidrofobik yapıda olması, bant boşluğunun ayarlanamaması, üretiminin zor ve maliyetli olması gibi sebeplerden dolayı grafen oksit (GO) yapılar önem kazanmaktadır. GO yapılar grafit ya da çeşitli karbon kaynakları kullanılarak yapısal olarak grafene benzer bileşikler şeklinde sentezlenmektedir. GO, alt ve üst kısımlardan fonksiyonel grupların bağlı olduğu hem sp² hem de sp³ hibritleştirilmiş C atomlarından oluşmaktadır. GO yapılar mekanik, elektronik ve termal özellikleri, yapısındaki bu oksijen içerikli çeşitli fonksiyonel gruplar sayesinde üretim aşamasında kontrol edilebilmektedir. Bu fonksiyonel grupların miktarı ve türleri üretim yöntemine büyük ölçüde bağlı olmakla

beraber karbonil, hidroksil, karboksil veya epoksit formundaki oksijen (O) ve hidrojen (H) elementlerinden oluşur. GO yapıların üretilmesine yönelik çeşitli yöntemler arasında, Hummers yöntemi maliyet, zaman verimliliği ve parametre kontrol kolaylığı ile öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, güçlü asitler ve oksidasyon ajanları ile karıştırma, su ile yıkama ve kurutma gibi adımlardan oluşan geliştirilmiş Hummers yöntemi ile GO üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimin son aşaması olan kurutma işlemi, nihai ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerine doğrudan etki etmekte olup, uygulanan kurutma yöntemine göre yapıdaki fonksiyonel grupların türü ve miktarı değişebilmektedir. Yapılan çalışmada, Hummers yöntemi üretim parametrelerinden biri olan kurutmanın GO yapısının oksidasyon düzeyine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, GO yapılar farklı vakum seviyelerinde ve atmosferik koşullarda kurutulmuştur. Üretimi gerçekleştirilen GO yapılar, X-Ray Difraktometri (XRD) ve Fourier Transform Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) cihazları kullanılarak karakterize edilmiştir. XRD analizi, kurutma şartlarına bağlı olarak GO faz yapısı, oksidasyon derecesi ve katmanlar arası mesafedeki farkı gösterirken, FTIR analizi, GO yapılarındaki fonksiyonel grupların değişikliklerini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: Grafen Oksit, Hummers Yöntemi, Vakum Kurutma

ABSTRACT

Graphene consists of sp² hybridized carbon (C) atoms arranged in a honeycomb shape as single layer. Graphene oxide (GO) structures have importance over graphene, because of hydrophobic nature of graphene, non-adjustable band gap, complex production processes and its production costs. GO structures are generally synthesized using graphite or carbon sources which are similar compounds compare to graphene. GO consists of both sp² and sp³ hybridized C atoms to which functional groups are attached at the top and bottom of the layer. The mechanical, electronical and thermal properties of GO structures can be controlled during the production phase thanks to these oxygen-containing functional groups in their structure. These functional groups consist of oxygen (O) and hydrogen (H) elements in the form of carbonyl, hydroxyl, carboxyl or epoxide and they are highly dependent on the production method. Among the various methods for producing GO structures, the Hummers method stands out with its low cost, time efficiency and ease of parameter control. In this study, GO production was carried out by improved Hummers method, which consists of steps such as mixing with strong acids and oxidizing agents, washing with water and drying. The drying process, which is the last stage of production, directly affects the physical and chemical properties of the final product. Thus, the type and the amount of functional groups in the structure may change according to the drying method applied. In this study, the effect of drying, which is one of the Hummers method production parameters, on the oxidation level of the GO structure was investigated. For this purpose, GO structures were dried at different vacuum levels and atmospheric conditions. The produced GO structures were characterized using X-Ray Diffractometry (XRD) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) devices. While XRD analysis showed the difference in phase structure, oxidation degree and interlayer distance between GO layers, FTIR analysis revealed the changes of functional groups in GO structures depending on drying conditions.

Keywords: Graphene oxide, Hummers Method, Vacuum Drying,

SOLID-LIQUID INTERFACIAL ENERGY AND THERMODYNAMIC PROPERTIES OF EXPERIMENTALLY OBTAINED SOLID SN PHASE IN SN-MG-BI TERNARY ALLOY SYSTEM

Esra ÖZTÜRK

Kocaeli University, Department of Physics, 41380 Kocaeli, Turkey

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3531-7564>

ABSTRACT

Soldering has a great place in metallurgical, industrial, and electronical operations. In application area, Pb had the most prevalent usage in soldering technology for decades until its toxic effect was discovered. Instead of traditional Sn-Pb solder alloy system, causes serious and permanent environment and health problems, researchers tried to find new Pb-free solder systems that has the same-acting. From a view, it would be easier to use Sn-based systems to obtain the optimum system. Therefore, this study focused to obtain an alternative Pb-free solder system. In the present work, Sn-Mg-Bi alloys were chosen to investigate some remarkable thermodynamic properties.

The equilibrated grain boundary groove shapes of solid Sn phase in equilibrium with Sn-Mg-Bi ternary alloy system were obtained from a quenched sample by using a Radial Heat Flow Apparatus (RHFA). The Gibbs-Thomson coefficient, solid-liquid interfacial energy, and grain boundary energy of the solid Sn were calculated by using observed grain boundary groove shapes. The thermal conductivity of the solid phase for Sn-1.56 at. %Mg-1.00 at. %Bi ternary alloy system and the thermal conductivity ratio of the liquid phase to the solid phase at the melting temperature were also measured with a radial heat flow apparatus and a Bridgman-type growth apparatus, respectively. A comparison of present results for solid Sn phase in the Sn-1.56 at. %Mg-1.00 at. %Bi ternary alloy system with the results obtained in previous works for similar solid Sn in equilibrium with different binary or ternary liquid was made. From the results, it can be concluded that the Gibbs-Thomson coefficient seems to be constant and does not depend on the composition of liquid but solid-liquid interfacial energy changes little bit with composition of liquid at a constant temperature.

Keywords Interfacial energy, Solidification, Crystal growth, Ternary alloys, Lead free systems

GÖRÜNTÜ ŞİFRELEME ALGORİTMALARININ GÜVENLİK ANALİZİ SECURITY ANALYSIS OF IMAGE ENCRYPTION ALGORITHMS

Rıdvan KÜÇÜKBACAK¹

¹Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri Programı, İstanbul, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3964-4682>

Mahmut BAĞCI²

²Yeditepe Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Yazılım Geliştirme Bölümü, İstanbul, Türkiye.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6931-6837>

ÖZET

Son yıllarda internet üzerinden ses, görüntü ve video gibi multimedya verilerinin iletimi oldukça yaygınlaşmıştır. Bununla birlikte, internet çok güvensiz bir iletişim kanalıdır ve bu durum telafisi mümkün olmayan çeşitli sorunlara neden olmaktadır. Güvenilir olmayan internet kanalı üzerinde multimedya verilerinin gizliliğini ve güvenliğini sağlamak için birçok şifreleme algoritması kullanılmaktadır. Bu çalışmada, literatürde ortaya konan görüntü şifreleme algoritmalarının güçlü ve zayıf oldukları alanları belirlemek için bir dizi değerlendirme yöntemi sistematik olarak sunulmaktadır. Şifrelenmiş görüntülerin kalitesini ölçmek için korelasyon katsayısı, bilgi entropisi, piksel değişim oranı, birleşik ortalama değişen yoğunluk, histogram tekdüzeliği ve anahtar duyarlılığı parametreleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Gelişmiş Şifreleme Standardı (AES) ile şifrelenen verilerin istatistiksel, diferansiyel ve kaba kuvvet saldırılarına karşı güvenilirliği test edilmiştir. Yapılan sayısal analizler AES şifreleme algoritmasının görüntü şifrelemek için güvenilir bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Uygulanan testler kullanılan şifreleme yönteminden bağımsızdır, dolayısıyla bu testler tüm görüntü şifreleme algoritmalarının verimliliğini ölçmek için kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Görüntü şifreleme algoritması, Gelişmiş şifreleme standardı (AES), Güvenlik analizi.

ABSTRACT

In recent years, the transmission of multimedia data such as audio, image and video over the internet has become quite common. However, the internet is a very insecure communication channel, and this security issues cause various irreparable problems. Many encryption algorithms are utilized to ensure the confidentiality and security of multimedia data on the unreliable internet channel. In this study, a series of examination methods are systematically applied to determine the strengths and weaknesses of the image encryption algorithms presented in the literature. In order to measure the quality of encrypted images, correlation coefficient, information entropy, pixel change rate, unified average changing intensity, histogram uniformity and key sensitivity were used as control parameters. In the study, the reliability of data encryption with the Advanced Encryption Standard (AES) against statistical, differential and brute force attacks was tested. Numerical analyzes demonstrated that the AES encryption algorithm is an effective method for image encryption. The tests applied are independent of the encryption method used, thus these tests can be used to measure the efficiency of all image encryption algorithms.

Keywords: Image encryption algorithms, Advanced encryption standard (AES), Security analysis.

HPLC QUANTIFICATION OF THE CHEMICAL CONSTITUENTS FROM INDIGENOUS FRUITS AND VEGETABLES OF INDIAN HIMALAYAN REGION

Tanveer Alam¹, Murtaza Gani¹, Rukhsana Rahman² & Khalid ul Islam Rather³

1, Department of Chemistry, KLDVA PG College Roorkee Uttarakhand, Affiliated to Department of Chemistry, HNB Garhwal University Srinagar (Garhwal) Uttarakhand India.

2, Division of Food Science and Technology, Shere Kashmir University of Agricultural Sciences & Technology, Jammu, India.

3, High End Instrumentation Lab, Public Health Laboratory Dalgate Srinagar J & K India.

ORCID ID:- Murtaza Gani (ID) 0000-0002-2488-0933

ABSTRACT

The purpose of the present work was to determine the phytochemical profiles by HPLC of the indigenous fruits and vegetables. The phenolic contents showed diverse variation in the selected fruits and vegetables. Development of genuine and dependable analytical methods with profile marker phytoconstituents in an extract containing a mixture of several components is a challenging task. A simple, rapid, precise and reliable HPLC method was developed for the quantification of phytochemicals from the extracts of selected minor fruits and vegetables. The *Taraxacum officinale* genus comprised a mixture of different bioactive compounds belonging to different chemical types, such as flavonoids, sesquiterpenes, triterpenes, phenolic acids, sterols. *Malva neglecta* contains different compounds including several phenolic acids, flavonoids and some non-phenolic compounds. Caffeoylquinic acids (3-, 4-, and 5-O-caffeoylquinic acids and 3,5-dicaffeoylquinic acid) are mainly present in *Cydonia oblonga* pulps. Three different hydroxycinnamic acid derivatives (neochlorogenic acid, p-coumaroylquinic acid and chlorogenic acid) were detected and quantified in *Prunus avium*.

Key Words: Analysis; Crops; Gradient; HPLC; Minor; Phytochemicals.

ANTI-A ANTIBODIES AND COVID-19

Jyoti Ratan Ghosh, Ph.D.

Assistant Professor, Department of Anthropology, Visva-Bharati, Santiniketan-731235, West Bengal, India

ABSTRACT

Coronavirus disease 2019 (COVID-19), also named novel coronavirus pneumonia (NCP), was first reported in December 2019 and then gradually spread throughout the World. COVID-19 has become a public health crisis of global proportions and causes substantial morbidity and mortality that has overwhelmed health systems worldwide. COVID-19 is caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 (SARS-CoV-2). Coronaviruses are divided into four genera: alpha, beta, gamma and delta. To date, seven coronaviruses are known to infect humans, all within the alpha and beta genera. Many studies have found that the ABO blood group plays an important role in various human diseases, including infectious diseases. Studies demonstrated that individuals with blood group A and AB had an increased risk of COVID-19 infection. Whereas the blood group O appears to be protective. Study demonstrated that this might be due to the presence of IgG anti-A antibodies in serum of O blood group.

Keywords: Anti-A antibodies, ABO blood group, COVID-19, pandemic

INDUCTION OF AGING AND APOPTOSIS BY SUCROSE IN *PENICILLIUM AURANTIOWISEUM*

Assia Bouhoudan^{1*}, *Fatima Chidi*¹, *Mustapha Khaddor*²

^{1*} Environmental and Food Biotechnology Research Team (EFBRT), Normal High School, Faculty of Sciences, Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco

² Regional Center for Careers Education and Training, Tangier, Morocco.

ABSTRACT

This work aims to study the physiological and metabolic responses due to the stress- induced by sucrose for *P. aurantiowiseum*. To reach on conclusive results we performed a comparative study vis-à-vis the carbon stress reaction on intra-species (between two strains of the same species (*P. aurantiowiseum*) and interspecies (between *P. aurantiowiseum* and *P. camembertii*). Our results showed different phenomena caused by carbon stress. The physiological state of the strains revealed a correlation between the increase in sucrose concentration and the aging signs intensity. The aging signs began to disappear at the concentration of 500 g/L of sucrose allowing the normal characters of *P. aurantiowiseum* to reappear. This transformation suggested being an escape phenomenon to the sucrose action and the cells undergo apoptosis leaving the other normal cells to live. Terrestric acid production was recorded while the aging signs appearance. Its production was maintained even after returning to the normal physiological state of the strain, yet it was diminished.

Keywords: "*P. aurantiowiseum*", "Terrestric acid", "Aging, apoptosis", "Escape phenomenon".

AKDAĞ'IN (AMASYA) DOĞAL YAYILIŞ GÖSTEREN TIBBİ BİTKİLERİ
MEDICINAL PLANTS OF AKDAG (AMASYA) WITH A NATURAL SPREAD

Cengiz YILDIRIM¹

¹ Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Amasya, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8149-8290>

Elif Tansu BAŞKOL²

² Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Amasya, Türkiye.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2437-4280>

ÖZET

Bu çalışma Amasya Akdağ'da doğal yayılım gösteren tıbbi bitkilerin etnobotanik olarak incelenmeyi amaçlayan bir çalışmadır. Akdağ'da 705 takson bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında Akdağ'da doğal yayılış gösteren bu bitkiler incelendi ve aralarında tıbbi amaçla olanları seçilerek kullanıldı. Akdağ'da doğal yayılış gösteren tıbbi bitkilerin tespit etmek maksadıyla literatür taraması yardımıyla çeşitli tez ve makaleden yararlanılmıştır. Yararlanılan makaleler ayrıntılı şekilde incelendi ve Amasya Akdağ'da bulunan bitkiler içerisinde tıbbi olanlarla belirlendi. Tıbbi bitkilerin araştırılması sırasında bitkinin Türkçe adı, latince adı, familyası, kullanılan kısmı ve kullanımı tesbit edildi. Yapılan araştırmalar sonucunda tıbbi amaçlı kullanılan 92 adet takson tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda tıbbi alanda bulunan bu 92 bitkinin; 24 tanesinin yaprak kısmı, 19 tanesinin tüm bitki, 15 tanesinin çiçek kısmı, 14 tanesinin toprak üstü kısmı, 8 tanesinin meyve kısmı, 7 tanesinin kök kısmı, 6 tanesinin yumru kısmı, 4 tanesinin dal kısmı, 4 tanesinin tohumu, 3 tanesinin sürgünleri, 3 tanesinin gövde kısmının, 2 tanesinin süt salgısı, 2 tanesinin toprak altı kısmı, 1 tanesinin yağı, 1 tanesinin lateksi, 1 tanesinin sakızı, 1 tanesinin çiçek tozu, 1 tanesinin filizleri ve 1 tanesinin de dikenlerinin kullanıldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak tıbbi olarak bitkilerin en çok yaprakları tercih edildiği tespit edilmiştir. Yapraklardan sonra tüm bitki ve çiçek kısımları tıbbi amaçla kullanıldığı tespit edilmiştir. Tıbbi olarak kullanılan bitkilerin en fazla kullanılan üç kısmı yaprak, tüm bitki ve çiçektir. Bunun yanında bitkilerin kullanım şekillerinde birbirinden farklılık göstermektedir. Bazı bitkiler çayı yapılarak tüketilirken, bazı bitkiler ise çiğ olarak tüketilmektedir. Bunun yanı sıra çiçek tozlarının suyla karıştırılarak içilen türleri olduğu gibi haricen kullanılanları da bulunmaktadır. Tıbbi bitkiler kullanılırken ödem atırıcı, idrar söktürücü, hemoroit tedavisi, mide ağrısı, merhem yapımı, bronşit tedavisi, göğüs yumuşatıcı, çeşitli mide rahatsızlıkları, iktidarsızlık, romatizma, sinir yolu rahatsızlıkları, boğaz ağrısı, öksürük verici, uyuşturucu, uyku verici, hayvanlarda parazit tedavisinde, astım tedavisi gibi nedenlerle kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada Akdağ'da bulunan tıbbi bitkilerin sadece insanlar için değil hayvanları da tedavi etmek amacıyla kullanıldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Etnobotanik, Amasya, Akdağ, Bitkiler, Tıbbi

ABSTRACT

This study is an ethnobotanical study of medicinal plants with natural distribution in Amasya Akdağ. There are 705 taxa in Akdağ. Within the scope of this study, these plants that have a natural distribution in Akdağ were examined and those dec medicinal purposes were selected and used. In order to determine the medicinal plants that have a natural distribution in Akdağ, various theses and articles were used with the help of a literature review. The articles used were examined in detail and identified with medicinal ones in the plants found in Amasya Akdag. Turkish Latin name, family name, used part and usage of the plant were determined during the research of medicinal plants. As a result of the research, 92 taxa used for medical purposes were identified. As a result of the research, these 92 plants found in the medical field; One part of the Leaf, 24, 19, all of them plant portion of the surface portion 15 8 14 the flower of the fruit of a part of the tuber of the root Part 6 Part 7, Part 4 sprigs seeds 4 of them, 3 of them deportations, the portion of the body of 3, 2 of milk secretion, the underground part of 2 of them, 1 oil, 1 latex, 1 chewing gum, powder out of 1 flower, 1 out of 1 out of sprouts and spines were used. As a result, it was found that the leaves of plants are most preferred medically. After the leaves, it was found that all parts of plants and flowers are used for medicinal purposes. The three most commonly used parts of plants used medically are leaves, the entire plant and the flower. In addition, my plants differ from each other in the way they are used. Some plants are consumed by making tea, while some plants are consumed raw. In addition, there are types of flower powders that are mixed with water and drunk, as well as those that are used externally. When using medicinal plants derailleur edema, diuretic , hemorrhoid treatment, stomach pain ,ointment, made to treat bronchitis and chest softener, various stomach ailments, impotence, rheumatism, nervous reactions , sore throat, cough transmitter, drug, make you sleepy, and the treatment of parasites in animals, for reasons such as asthma treatment were used. In this study, it was determined that the medicinal plants found in Akdağ were used to treat not only humans but also animals.

Keywords: Etnobotanik, Amasya, Akdağ, Plants, Medical.

KATMANLI İMALAT YÖNTEMİ İLE İMAL EDİLMİŞ METAL LEVHALARDA YAZDIRMA YÖNÜNÜN MİKROYAPIYA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PRINTING DIRECTION ON MICROSTRUCTURE OF METAL PLATES MANUFACTURED BY ADDITIVE MANUFACTURING

Tuba ÇINAR¹

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Entitüsü, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6739-548X>

Abdulkadir CENGİZ²

² Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye.

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7830-5299>

ÖZET

Katmanlı imalat yöntemlerine entegre edilebilen yeni teknolojiler ve diğer bilgisayarlı kontrol araçları ile özellikle metal içerikli malzemelerin katmanlı imalatta kullanımı her geçen gün daha çok dikkat çeken güncel bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte özellikle hibrit katman kaplama çalışmalarında uygun metallerin geleneksel ve katmanlı imalat yöntemleri ile birlikte kullanımı üretim maliyetlerinde azaltma sağlayabilmektedir. Bu çalışmada, yüksek tokluk özelliği ve hibrit parça üretiminde sağladığı avantaj ile öne çıkan DIN 1.2709 çeliği kullanılarak katmanlı imalat yöntemi ile örnek numuneler oluşturuldu. Örnek numune geometirileri bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak (3D) olarak oluşturuldu, diğer geometri işlemleri ve 3D yazdırma işleri için EOS M290 marka 3D Yazıcı (3D printing) kullanıldı. Çalışmada, yazdırma yönünün malzemenin katlaşmasına olan etkisinin incelenmesi üzerine odaklanılmış ve bunun için 0-45-90 derece olarak farklı yazdırma yönleri dikkate alınmıştır. Yazdırma yönünün katlaşmaya olan etkisi ısıtma işlem öncesi ve sonrası mikroyapı incelemesi ile ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, DIN 1.2709 tozundan lazer ergitme - sinterleme yöntemi kullanılarak imalatı yapılan levhaların yazdırma yönlerinin mikroyapı üzerindeki etkisi incelenmiştir. İnceleme neticesinde elde edilen mikroyapı görüntülerinden yola çıkılarak, yazdırma yönünün katlaşmaya etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu durum özellikle karmaşık geometrilerin metal içerikli (DIN 1.2709 çeliği) katmanlı imalat ile üretilmesi sürecinde, tasarım mühendislerine daha esnek bir yaklaşım ile malzeme katlaşma ile ilgili çekingelerin olmadan işlemleri kolayca yürütebilme imkanı verebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Katmanlı İmalat, Mikroyapı, DIN 1.2709 Maraging Çeliği

ABSTRACT

With new technologies and other computerized control tools that can be integrated into additive manufacturing methods, the use of metal-containing materials in additive manufacturing is a topic that draws more attention today. More especially in hybrid layer coating works, the use of suitable metals together with traditional and additive manufacturing methods can reduce production costs. In this study, specimens were created by additive manufacturing methods using DIN 1.2709 steel, which stands out with its high toughness and high ability in hybrid part production. The sample geometries were created in three dimensions (3D) in the computer environment, and EOS M290 brand 3D printer was used for other geometry operations and 3D printing works. In the study, the focus is on examining the effect of the printing direction on the solidification of the material, and for this, different printing directions as 0-45-90 degrees

were taken into account. The effect of printing direction on solidification was demonstrated by microstructure examination before and after heat treatment. In addition, the effect of printing directions on the microstructure of the plates manufactured from DIN 1.2709 powder using laser melting-sintering method was investigated. Based on the microstructure images obtained from the examinations, it was seen that the printing direction had no effect on solidification. This situation will enable design engineers to carry out operations easily with a more flexible approach without the hesitation about material entrapment, especially in the process of producing complex geometries with metal-containing (DIN 1.2709 steel) In additive manufacturing.

Keywords: Additive Manufacturing, Microstructure, DIN 1.2709 Maraging Steel

MORİNGA OLEİFERA ÖZÜTÜ İÇEREN LİMON KABUKLARINDAN ÇEVRE DOSTU BİYOBOZUNUR AMBALAJ MALZEMESİ ÜRETİMİ

ECO-FRIENDLY BIODEGRADABLE PACKAGING MATERIAL PRODUCTION FROM LEMON SHELLS WITH *MORINGA OLEIFERA* EXTRACT

Zeynep MOSCHİNİ¹

1Gaziantep Nuray Tuncay Kara Bilim ve Sanat Merkezi

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6403-0335>

Merve Hilal DEMİRKAN²

2 Gaziantep Nuray Tuncay Kara Bilim ve Sanat Merkezi

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5606-4706>

ÖZET

Bu çalışmada plastik sektöründe en yüksek üretim payını alan plastik ambalaj ürünlerinin, kolay şekil alması, ucuz olması, biyolojik olarak parçalanamaması, geri dönüşümünün sağlanamaması, biriken plastik ambalaj atıklarının toprak, hava, su kirliliğine sebep olması, canlı habitat alanlarını tehdit etmesi, biyoçeşitliliğe zarar vermesi ve en çok ithal edilen ambalaj türü olması sebebi ile ekonomiye verdiği zararlardan yola çıkılmıştır. Gündelik hayattaki gıda atıklardan biri olan limon kabukları pektin kaynaklı film eldesinde değerlendirilmiş; elde edilen filmin mekaniksel, biyobozunurluk, optik ve gıda nem içeriğini koruma özelliklerinin artırılması için fenolik değeri yüksek olan, ülkemizde ilk kez Gaziantep ilinde yetiştirilen, "Mucizevi Bitki" *Moringa Oleifera* Lam. yaprak özütü (MYÖ) kullanılmış ve plastik ambalaja alternatif doğa dostu biyobozunur sürdürülebilir ambalaj film üretilmiştir. İlk aşamada iki farklı yöntem (mikrodalga ve klasik ekstraksiyon) kullanılarak limon kabuklarından pektin elde edilmiştir. İki yöntemde de 20'şer g limon kabuğu 500 µm ölçekli elekten geçirilerek, limon tuzu (sitrik asit) ile asitlendirilmiş pH'ın 2 olduğu çözeltide ekstrakt edilmiştir. *Moringa Oleifera* Lam. bitkisi yaprakları %70'lik etanolde manyetik karıştırıcıda 24 saat karıştırılmış, süzölmüş ve 70 °C dönerli buharlaştırıcıda organik çözeltisi uzaklaştırılarak ekstrakt edilmiştir. İkinci aşamada her iki yöntemle elde edilen pektin kaynaklı filmlere, film çözeltisinin toplam hacmine göre %0, %5, %10, %15 oranlarında MYÖ ilave edilmiştir. Hazırlanan sekiz adet filmin mekaniksel özellikleri, optik özellikleri, biyobozunurluk hızı, gıda üzerindeki nem tayini ve antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlardan görüldüğü üzere film çözeltisinin toplam hacmine göre %15 MYÖ içeren klasik ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen pektin kaynaklı filmlerin plastik ambalajlar kadar kullanıma elverişli olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: biyobozunur film, sürdürülebilir ambalaj, *Moringa Oleifera*, atık gıda

ABSTRACT

This study departs from plastic packaging products' being easy to shape, cheap and having the highest production share in the plastics industry, but not being biodegradable, not recyclable, thus causing plastic packaging wastes that pollute soil, air and water; threaten living habitat areas, damage biodiversity as well as the economy being the most imported packaging type. Lemon peels, one of the food wastes in daily life, were used in the production of pectin-based film; and in order to enhance this film's mechanic, biodegradability, optic and food moisture content preservation properties, leaf extract of high phenolic "Miraculous Plant" *Moringa Oleifera* Lam (*LEM*) which is cultivated for the first time in Gaziantep

province, was used and environmentally friendly biodegradable sustainable packaging film was produced as an alternative to plastic packaging.

In the first stage, pectin was obtained from lemon peels by using two different methods (microwave and classical extraction). In both methods, 20 g of lemon peel was sieved using a 500 μm sieve and was extracted in a solution with a pH of 2 acidified with lemon salt (citric acid). *Moringa Oleifera* Lam. plant leaves were mixed in 70% ethanol in a magnetic stirrer for 24 hours, filtered and extracted by removing the organic solution in a rotary evaporator at 70 $^{\circ}\text{C}$. In the second stage, taking the total volume of the film solution into consideration; 0%, 5%, 10% and 15% MO was added to the pectin-based films obtained by both methods. The mechanical properties, optical properties, biodegradability rate, moisture determination on food and antioxidant activity of eight films were analyzed. As can be seen from the results of the study, the pectin-based films obtained by the classical extraction method and containing 15% LEM with respect to the total volume of the film solution are suitable for use as plastic packaging.

Keywords: biodegradable film, sustainable packaging, *Moringa Oleifera*, food waste

EFFECTS OF PSOROPTIC MANGE ON THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN MERINO EWES

*Mehmet Ozuicli*¹

¹Balikesir University/Veterinary Medicine/Parasitology Department/Balikesir/Turkey

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3415-2582>

*Baris Guner*²

²Balikesir University/Veterinary Medicine/ Obstetrics and Gynecology Department/Balikesir/Turkey

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6414-6752>

*Ihsan Kisadere*³

³Balikesir University/Veterinary Medicine/ Physiology Department/Balikesir/Turkey

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0732-0464>

ABSTRACT

The objective of the study was to compare the fertility responses following long-term synchronization protocol in Merino ewes with or without Psoroptic mange. At the onset of study, all ewes (n=130) were examined for skin mange lesions and Psoroptic mange (*Psoroptes ovis*) was diagnosed with the presence of at least ten mites from three different sites. Skin mange lesions were scored according to severity of skin damage as follows; Score 0 (n=35), no lesions; Score 1 (n=48), focal lesions localized on the face or other parts of body; Score 2 (n=23), extensive lesions without pruritus; Score 3 (n=24), extensive lesions with pruritus. Body condition score (BCS) was evaluated by the palpation of the spinous and transverse processes of lumbar vertebrae. Ewes received intravaginal sponges containing 60 mg medroxyprogesterone acetate for 14 days and applied 500 IU eCG at the sponge removal during the non-breeding season (May). Following the removal of sponge, fertile rams with mating crayon marks was used for natural mating. Oestrus detection was performed by observing mated ewes twice a day for 5 days after sponge withdrawal. Pregnancy examination was performed 30 days after mating transrectal ultrasonography. Psoroptic mange infestation affected the 73.1% of ewes. The overall oestrus response rate was 87.7% and there was a tendency (P=0.08) for a lower oestrus response rate (75.0%) in Score 3 compared to Score 0 (91.4%) and Score 1 (91.7%). The pregnancy rate was numerically higher in ewes without Psoroptic mange (57.1%; 20/35) compared to ewes with Psoroptic mange (50.3% 48/95). Additionally, severity of Psoroptic mange lesions did not affect the pregnancy rate (Score 1, 47.9%; Score 2, 56.5%; Score 3, 50.0%). In conclusion, Psoroptic mange infestation was determined in majority of ewes (73.1%). However, this infestation did not affect the reproductive performance in Merino ewes during non-breeding season.

Keywords: *Psoroptes ovis*, mange, fertility, ewes

**MAGNETIZED SUSPENDED CARBON NANOTUBES BASED NANOFLUID
FLOW WITH SUCTION AND INJECTION**

ABID HUSSANAN^{1}, MUHAMMAD SALMAN KAUSAR², ASIFA ILYAS³*

¹Department of Mathematics, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

²Faculty of Informatics and Computing, University Sultan Zainal Abidin (Kampus Gong Badak), 21300 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia

³Department of Mathematics, Faculty of Science, University of Sargodha, Sargodha, Pakistan

ABSTRACT

Carbon nanotubes (CNTs) are one of the most valuable materials with very high thermal conductivity as compare to the other nanoparticles. Two types of CNTs are well known for the researchers, the single wall CNT (SWCNTs) and the multi wall CNTs (MWCNTs). Nanofluids containing CNTs are likely to be the future heat transfer media because of their significantly higher thermal conductivities. In the present study, a numerical investigation has been carried out to discuss the steady, laminar, two-dimensional heat transfer flow of micropolar nanofluid with suction and injection containing CNTs over a stretching sheet. The objective of the present research is twofold. At the first stage, mathematical formulation will develop for nanofluids containing CNTs based on single-phase model with realistic physical boundary conditions. At the second stage of the research a series of CFD simulations will be carried out with the purpose to study nanofluids. To complete this task, we will use Runge Kutta Fehlberg fourth-fifth order (RKF45) method.

Keywords: Micropolar Nanofluids; Carbon Nanotubes; Convection flow.

ATIK LASTİK AGREGASININ GEOPOLİMER HARCIN TAZE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

EFFECT OF WASTE TIRE AGGREGATE ON THE FRESH PROPERTIES OF GEOPOLYMER MORTAR

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman İpek

Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

Bingöl, Türkiye

ORCID NO: 0000-0001-8891-949X

Doç. Dr. Kasım Mermerdaş

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Şanlıurfa, Türkiye

ORCID NO: 0000-0002-1274-6016

ÖZET

Bu çalışmada, atık kauçuğun geopolimer harç üretiminde ince agrega olarak yeniden kullanım potansiyelinin deneysel olarak araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, kullanım ömrünü tamamlamış lastiklere kaplama işlemi uygulanması sırasında ortaya çıkan ince ebatlı atık lastik kauçuğunun, alkali ile aktifleştirilmiş uçucu kül bazlı geopolimer harcın taze özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Geopolimer harçların üretiminde kullanılan doğal kum, agrega içeriğinin hacimce %10, %20, %30, %40 ve %50'si ikame seviyelerinde kırıntı kauçuk olarak adlandırılan ince atık kauçuk parçacıkları ile ikame edilmiştir. Bu sayede biri kontrol karışımı olmak üzere 6 farklı geopolimer karışımı tasarlanıp üretilmiştir. Daha sonra, geopolimer harçların akışkanlık, reolojik davranış ve taze birim ağırlık gibi taze hal özellikleri üzerine kırıntı kauçuğun etkisi incelenmiştir. Ek olarak, kırıntı kauçuğunun gradasyon, özgül ağırlık, su emme kapasitesi, incelik modülü gibi fiziksel özellikleri ve partikül şekilleri doğal kumunkiyle karşılaştırılmıştır. Ayrıca, kırıntı kauçuğun katılmasından kaynaklanabilecek harçta kuma olayı da görsel olarak incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar, parça kauçuğun geopolimer harçların akma kabiliyeti üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir; bununla birlikte, parça kauçuğun dahil edilmesi ve ikame seviyesinin artırılması, daha az viskoz taze geopolimer harçların üretilmesine vesile olmuştur. Ek olarak, taze birim ağırlık ölçümleri, doğal kumun kırıntı kauçuk ile ikame edilmesinin, taze birim ağırlığı anlamlı şekilde azalttığını göstermiştir. Ayrıca, karışımların fotoğraflık görünümü, kırıntı kauçuğun katılmasından dolayı harçlarda, hiçbir kuma olayının meydana gelmediğini ortaya çıkardı.

Anahtar kelimeler: Çevre dostu malzemeler; Geopolimer harç; Geri dönüşüm; Kırıntı kauçuk; Reoloji.

ABSTRACT

In the present study, an experimental investigation of the reuse potential of the waste rubber as fine aggregate in geopolymer mortar production was aimed. In this context, the influence of waste tire rubber in fine size, which comes out in the course of applying the retreading process to the end-of-life tires, on the fresh properties of the alkaline-activated fly-ash based geopolymer mortar was examined. The natural sand used in the production of geopolymer mortars was substituted with the fine waste rubber particles called crumb rubber at the substitution levels of 10%, 20%, 30%, 40%, and 50% by volume of the aggregate

content. In this way, 6 different geopolymer mixtures, one of which was the control mixture, were designed and produced. Then, the effect of crumb rubber on the fresh-state properties like flowability, rheological behavior, and fresh unit weight of geopolymer mortars were examined. In addition, the physical properties of crumb rubber such as grading, specific gravity, water absorption capacity, fineness modulus as well as particle shapes were compared with that of the natural sand. Furthermore, the bleeding that may be caused due to the incorporation of crumb rubber was visually examined. The results obtained in the scope of this study showed that crumb rubber has no significant influence on the flowing capability of the geopolymer mortars; however, incorporation of crumb rubber and increasing its substitution level yielded less viscous fresh geopolymer mortars. In addition, the fresh unit weight measurements showed that substituting the natural sand with crumb rubber meaningfully decreased the fresh unit weight. Moreover, the photographic view of the mixtures revealed that no bleeding occurred due to the incorporation of crumb rubber.

Keywords: Crumb rubber; Eco-friendly materials; Geopolymer mortar; Recycling; Rheology.

GİRİŞ

21. yüzyıl dünyasının önemli sorunlarından biri de büyüyen atık yığınlarıdır. Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı, bu atık yığınlarını tehlikeli ve tehlikesiz atık maddeler olarak sınıflandırır. Bu bağlamda atık lastikler en bilinen ve en yaygın atık maddelerden biri olarak kabul edilebilir. Tehlikesiz bir atık madde olarak kabul edilse de özellikle kontrolsüz yanması durumunda tehlikeli atık madde olma potansiyeli yüksektir. Ayrıca atık lastik yığını yılan, kemirgen, kırkayak vb. bazı hayvanlar için yuva görevi görmekte ve böylece atık lastiğin yığıldığı bölgedeki doğal yaşam alanı bozulabilmektedir. Bu nedenle, lastik kauçuğunun doğal yollarla parçalanması çok uzun zaman aldığından, atık lastiklerin geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılması önem arz eden ciddi bir konudur (İpek, Diri ve Mermerdaş, 2020).

Bunun sonucu olarak, atık lastik yığını miktarını azaltmak için birçok geri dönüşüm ve/veya yeniden kullanım yöntemi geliştirilmiştir. Enerji elde etmek için atık lastiklerin kontrollü olarak yakılması, yüksek miktarda ısıtma enerjisi sağladığı için atık lastiklerin geri dönüşümünün en kolay ve en faydalı yollarından biridir (Holka ve Jarzyna, 2017); ancak kontaminant, tehlikeli ve toksik gaz salınımı gibi doğa üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı birçok ülkede yasalarla sınırlandırılmış veya yasaklanmıştır (Siddika ve diğerleri, 2019; İpek ve Mermerdaş, 2020). Atık lastiklerin yakılması yönteminin yanı sıra, kaplanmış lastikler elde etmek için kaplama işlemi uygulanması, piroliz tekniği ile ayrıştırılması ve geri dönüştürülerek malzeme elde edilmesi veya lastik bazlı ürünler üretilmesi yöntemleri gibi atık lastiklerin geri dönüştürülmesi ve/veya yeniden kullanılması için alternatif yollar bulunmaktadır.

Ömrünü tamamlamış lastiklerin inşaat mühendisliği uygulamalarında dolgu malzemesi veya agrega olarak kullanılması, yukarıda belirtilen yöntemlerin dışında, bu atıl lastikleri ortadan kaldırmanın yenilikçi, etkili ve çevre dostu bir yoldur. Atık lastikleri bu tür inşaat mühendisliği uygulamalarında kullanılabilecek forma getirmek için, atık lastiklere genellikle mekanik olarak granüle etme işlemi uygulanarak atıl lastikler, yaygın olarak lastik yongaları ve kırıntı kauçuk olarak adlandırılan boyutlarda elde edilir (Karger-Kocsis, Meszaros ve Barany, 2013). İnşaat mühendisliği uygulamaları arasında, Türkiye’de 160 milyon ton üretim, Avrupa’da 620 milyon ton üretim (THBB, 2021) ve dünyada yaklaşık 4,4 milyar ton üretim (Hilburg, 2021) ile büyük bir sanayi hacmine sahip olan hazır beton sektöründe atık lastiklerin agrega olarak kullanılması, bu atıl lastiklerden kurtulmanın en etkili yolu olarak kabul edilebilir (Güneyisi, 2010; Dondi ve diğerleri, 2014).

Birçok bilim insanı, atık lastikten elde edilen agreganın geleneksel betonun hem taze hem de sertleşmiş haldeki özelliklerine etkisini araştırmıştır. Ancak Fransız bilim adamı Joseph Davidovits tarafından geleneksel betona alternatif olarak geliştirilen bir malzeme olan geopolimer betona kauçuk türevi agregaların eklenmesi (Davidovits, 1994) tamamen yeni bir olgu olup, denenmemiş ve araştırılmamış bir konudur. Geleneksel ve geopolimer betonlar arasındaki fark, karışımın macun aşamasıdır: geleneksel betonda çimento (ve mineral katkı maddeleri) ve su macun fazını oluştururken, geopolimer betonda macun

fazlı alüminosilikat açısından zengin malzeme ve alkali çözeltiden oluşur. Burada sodyum silikat (Na_2SiO_3)-sodyum hidroksit (NaOH) ve potasyum silikat (K_2SiO_3)-potasyum hidroksit (KOH) alkali çiftlerin, yaygın olarak kullanılan çözelti çiftler olduğu belirtilmelidir (Palomo ve diğerleri, 1999). Böylece alüminosilikatça zengin hammaddeler ile alkalın aktivatör solüsyonu arasında polimerizasyon adı verilen reaksiyon gerçekleşir ve bunun sonucunda Si-O-Al-O bağları oluşarak geopolimerlerin oluşmasını sağlar (Ma, Awang ve Omar, 2018).

Bu yeni beton konseptinin en önemli avantajlarından biri, uçucu kül, yüksek fırın cürufu, taban külü vb. endüstriyel atık maddelerin alüminosilikatça zengin hammadde olarak kullanılabilme olasılığı, bir başka deyişle, bu beton konsepti, geleneksel betonda olduğu gibi belirli bir hammaddenin üretilmesini gerektirmez. Sonuç olarak, bu tür malzemelerin üretimi daha az enerji tüketimine ve sera gazı emisyonlarına yol açarak bu malzemeyi daha enerji verimli ve çevre dostu bir yapı malzemesi haline getirmektedir (Turner ve Collins, 2013; Mermerdaş, İpek ve Mahmood, 2021).

Harç, orta ve iri agrega içermeyen beton oluşumunun bir aşaması olarak kabul edilen bir yapı malzemesidir. 3D yazıcı teknolojisindeki ilerleme ve gelişmeler ile bu yapı malzemesi de, 3D yazıcı teknolojisi kullanılarak bir binanın inşa edilmesi sürecinde kendine önemli bir rol bulmuştur. Bu bağlamda, harç, üretimin başlangıcında plastik halde olduğu ve zamanla sertleştiği için ayrıca orta ve iri agrega içermediği için inşaat sektörünün 3D yazıcı teknolojisi için hammadde olarak kullanılabilir. Bu malzemenin akışkanlık, viskozite ve taze birim ağırlığı gibi taze haldeki özellikleri, malzemenin plastik durumunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle mevcut araştırmada, kırıntı kauçuk adı verilen atık lastik kauçuk agregası ile üretilen geopolimer harcın bu tür özelliklerini araştırmak için deneysel bir çalışma yapılmıştır.

MALZEME VE METOD

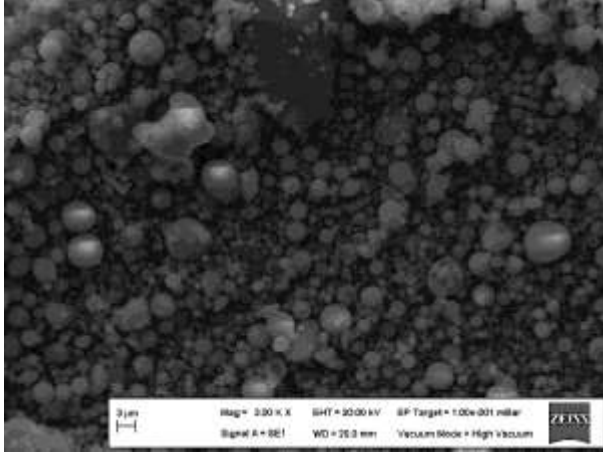
Malzeme

ASTM C311'e (2018) uygun ve ASTM C618'e (2019) göre F sınıfı olarak kabul edilen uçucu kül, geopolimer harçların üretiminde alüminosilikat bakımından zengin hammadde olarak kullanılmıştır. Zonguldak ili Çatalağzı termik santralinden temin edilen uçucu külün kimyasal bileşimleri ve fiziksel özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur. Ayrıca, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile alınan uçucu kül parçacıklarının görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. F sınıfı uçucu külün kimyasal bileşimleri ve fiziksel özellikleri

| Kimyasal bileşimler, % | | | | | | | | | Fiziksel özellikler | |
|------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----------------|-------------------|------------------|-----|---------------------|-------------------------|
| CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | SO ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | KK* | Özgül ağırlık | Spesifik yüzey alanı |
| 1,69 | 55,46 | 26,33 | 6,71 | 2,42 | 0,05 | 1,08 | 4,22 | 1,2 | 2,00 | 2,018 m ² /g |

(*KK: kızdırma kaybı)



Şekil 1. Uçucu kül parçacıklarının taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsü

Alkali aktivatör olarak 1'e 2 oranında NaOH ve Na₂SiO₃ çifti kullanılmıştır. Beyaz renkte küresel pelet halindeki NaOH ve açık sarı renkte sıvı haldeki Na₂SiO₃'ün kimyasal bileşimleri ve fiziksel özellikleri sırasıyla Tablo 2 ve 3'te sunulmaktadır. 12-M konsantrasyonlu NaOH çözeltisini hazırlamak için kullanılan NaOH peletlerinin saflığı %98'den fazlaydı. Buna ek olarak, sırasıyla kabaca %61,5 ve %38,5 oranında sıvı ve katı maddelerden oluşan Na₂SiO₃ çözeltisinin silika-sodyum oksit oranı (SiO₂/Na₂O) yaklaşık 2,5 idi.

Tablo 2. Sodyum hidroksit (NaOH) kimyasal bileşimleri ve özgül ağırlığı

| Kimyasal bileşimler, % | | | | Özgül ağırlık |
|-------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|------------|---------------|
| NaOH (sodyum hidroksit) | Na ₂ CO ₃ (sodyum karbonat) | NaCl (sodyum klorür) | Fe (demir) | |
| ≥ 98,0 | ≤ 0,5 | ≤ 0,02 | ≤ 0,001 | 1,254 |

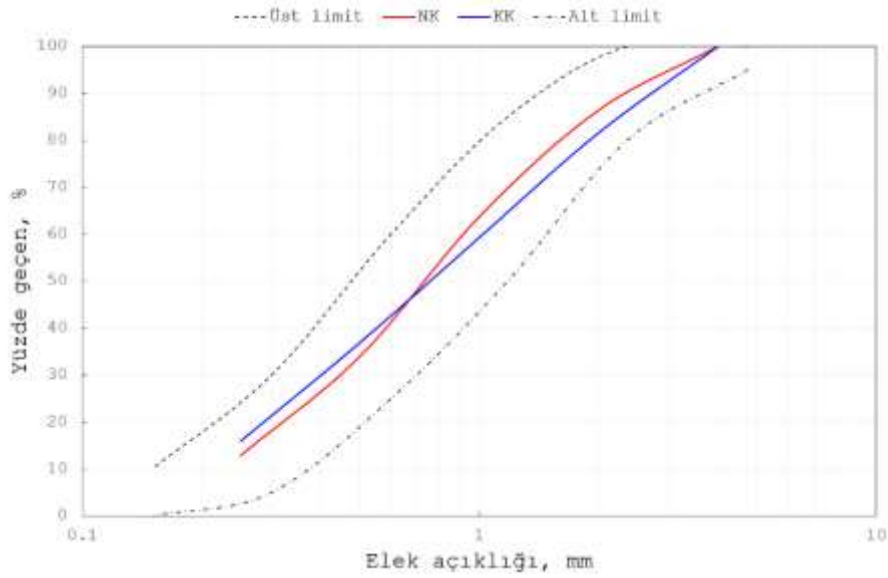
Tablo 3. Sodyum silikatın (Na₂SiO₃) kimyasal bileşimleri ve fiziksel özellikleri

| Kimyasal bileşimler, % | | Yoğunluk, g/ml | Modül | Bome, °B |
|----------------------------------|---------------------------|----------------|-------|----------|
| Na ₂ O (sodyum oksit) | SiO ₂ (silika) | | | |
| 9,03 | 27,08 | 1,367 | 2,93 | 38,68 |

Bu çalışmanın geopolimer harçlarının üretiminde maksimum parçacık boyutu 4 mm ve özgül ağırlığı 2,74 olan nehir kumu (NK) kullanılmıştır. Bununla birlikte, 0,55 özgül ağırlığı olan kırıntı kauçuk (KK) olarak adlandırılan atık lastik kauçuk agregası, bazı karışımlarda nehir kumu ile ikame edilmiştir. Bu iki ince agreganın fotografik görünüşleri ve ASTM C136'ya (2019) göre belirlenen elek analizi sonuçları sırasıyla Şekil 2a ve 2b'de gösterilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 2. Nehir kumu ve kırıntı kauçuğuna ait: (a) fotoğraflık görünüşler ve (b) elek analizi sonuçları

Son olarak, yeterli akışkanlığa sahip geopolimer karışımları elde etmek için ticari adı MGlenium 51 olan ve özgül ağırlığı 1,07 olan süper akışkanlaştırıcı kullanılmıştır.

Karışım oranları ve üretimi

Bu çalışmadaki karışımlar, 2,0'lik bir Na_2SiO_3 -NaOH oranında ve 0,5'lik bir alkali aktivatör-alüminosilikat açısından zengin hammadde oranında tasarlanmıştır. Alkali aktivatör içeriği ve toz malzeme (alüminosilikatça zengin hammadde) dozajı sırasıyla 300 kg/m^3 ve 600 kg/m^3 idi. Yeterli akışkanlığa sahip kontrol karışımı için süper akışkanlaştırıcı içeriği, birçok deneme dökümünden sonra toz malzemenin kütlece %3,5'i olarak belirlendi. Bu tür malzemelerin reolojik davranışı, süperakışkanlaştırıcı içeriğindeki değişimden önemli ölçüde etkilendiğinden, bu çalışmadaki tüm karışımlar, %3,5'lik bir süperakışkanlaştırıcı miktarında üretildi. Kontrol geopolimer karışımının üretiminde ince agrega olarak sadece NK kullanılmıştır; ancak KK içeren geopolimer karışımların üretiminde NK, hacimce %10, %20,

%30, %40 ve %50 seviyelerinde KK ile değiştirilmiştir. Bu şekilde toplamda 6 adet geopolimer harç karışımı üretilmiş olup, Tablo 4'te, bu harç karışımlarının bileşenlerinin ayrıntılı oranları sunulmaktadır.

Tablo 4. Kauçuklu geopolimer harçlar için karışım oranları, kg/m³

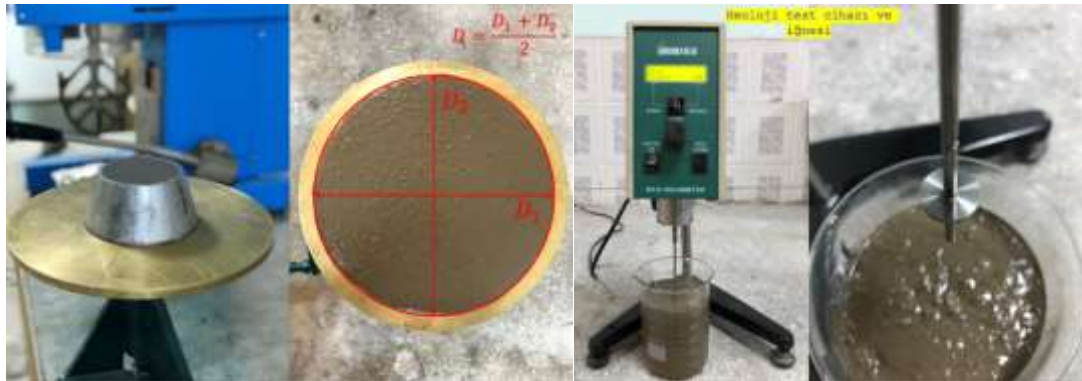
| Karışım adı | UK | NH | NS | NK | KKİS, % | KK | SA |
|-------------|-----|-----|-----|--------|------------|-------|----|
| Kontrol | 600 | 100 | 200 | 1231.1 | 0 | - | 21 |
| Karışım 1 | | | | 1108.0 | 10 | 24.7 | |
| Karışım 2 | | | | 984.9 | 20 | 49.4 | |
| Karışım 3 | | | | 861.8 | 30 | 74.1 | |
| Karışım 4 | | | | 738.7 | 40 | 98.9 | |
| Karışım 5 | | | | 615.6 | 50 | 123.6 | |

UK: Uçucu kül, NH: sodyum hidroksit, NS: sodyum silikat, NK: nehir kumu, KKİS: kırıntı kauçuk ikame seviyesi, KK: kırıntı kauçuk, SA: süper akışkanlaştırıcı

Üretim sırasında tüm geopolimer harçlara aynı karıştırma prosedürü uygulanmıştır. Bu prosedür ilk aşamasında alkali aktivatör çözeltisi hazırlandığı ve ikinci aşamasında geopolimer harcı üretildiği iki aşamadan oluşuyordu. İlk olarak 10-M konsantrasyonlu NaOH çözeltisi hazırlanmış olup, bu çözelti Na₂SiO₃ çözeltisi ile ikinci aşamanın başlangıcından yaklaşık 24 saat önce karıştırılmıştır. Hazırlanan bu çözelti, geopolimer harçların üretiminde kullanılabileceği kadar cam bir kavanozda tutulmuştur. Üretim prosedürünün ikinci aşaması, alkali aktivatör çözeltisinin uçucu kül ile bir mikserde yaklaşık 3 dakika karıştırılmasıyla başladı. Akabinde süperakışkanlaştırıcı mikserdeki karışıma eklenerek mikserin 2 dakika daha dönmesine müsaade edildi. Daha sonra kontrol harç karışımındaki NK ve diğer harçlardaki NK ve KK karışımı kademeli olarak mikserde ilave edildi ve tüm ince agregalar döküldükten sonra mikserin 3 dakika daha dönmesine izin verildi. Böylece geopolimer harçların üretim süreci tamamlanmış oldu. Geopolimer harcın plastik haldeki özellikleri, üretim süreci tamamlandıktan hemen sonra akışkanlık, reolojik davranış ve taze birim ağırlık ölçülerek belirlendi.

Test yöntemleri

Geopolimer harç karışımlarının akışkanlığını ölçmek için Şekil 3a'da gösterilen test cihazı kullanılmış ve akış tablası deneyi uygulanırken ASTM C1437 (2020) takip edilmiştir. Geopolimer harçların viskozitesini ölçmek için ise Şekil 3b'de gösterilen, Brookfield Dijital Viskozimetre (DV-E) adlı test cihazı kullanılmıştır. Çeşitli hızlarda kesme hızlarına karşı görünen viskozite değerleri, Şekil 3b'de sunulan sağ fotoğrafta görülebileceği gibi RV/HA/HB-6 tipi iğne kullanılarak ölçülmüştür. Öte taraftan, karışımların taze birim ağırlıkları ise ASTM C138'e (2017) göre belirlenmiştir.



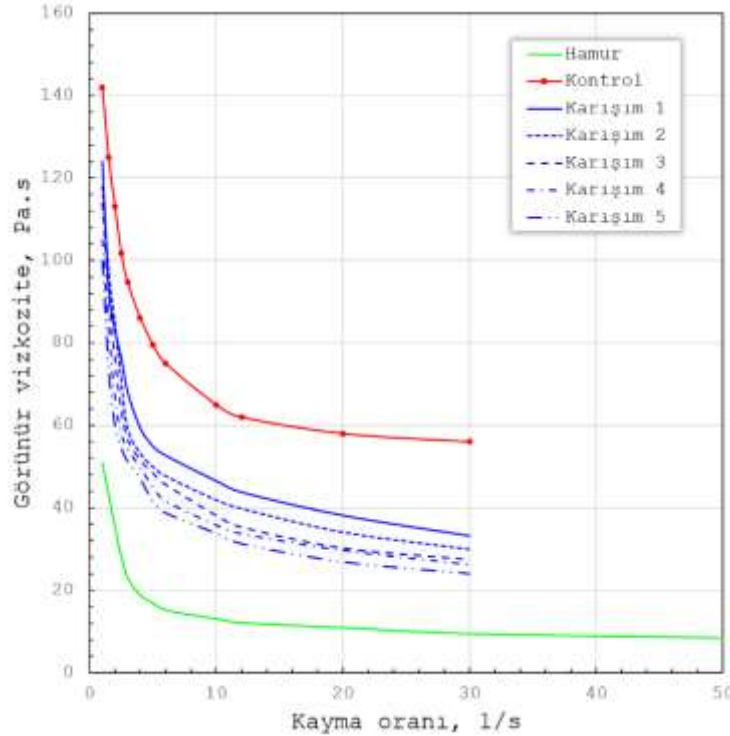
(a) (b)

Şekil 3. (a) akış tablası deney düzeneği ve akış çapını ölçülmesi ve (b) viskozite ölçümü için kullanılan deney cihazı ve iğne

BULGULAR VE TARTIŞMA

Akış tablası testine göre harçların akışkanlığı mm veya yüzde cinsinden ifade edilebilir. Unutulmamalıdır ki akışkanlık mm olarak verildiğinde mükemmel akışkanlık 200 mm, yüzde olarak verildiğinde ise bu akışkanlık %100 akışkanlık olarak ifade edilir. Bu çalışmada üretilen düz geopolimer harcın akış çapı 210 mm olup bu da %110 akışkanlık anlamına gelmektedir. Öte yandan, NK'nin KK ile ikame edilmesinin geopolimer harçların akışkanlığını etkilemediği görülmüştür. Mevcut çalışmada üretilen tüm karışımların akış çapı 210 mm'dir (yani %110 akışkanlık). KK partiküllerinin neredeyse hiç su emmemesi, KK'nin geopolimer harcın üretiminde kullanılması, karışımların akışkanlık özelliklerini etkilememiş olabilir. Ayrıca uzun ve yassı sayılabilecek KK partikülleri akış sırasında tıkanıklık rolü oynayabilir, ancak akış tablası testi yapılırken tabla 15 saniyede 25 kez sarsıldığından KK partiküllerinin bu rolü en aza inmiş ve/veya ortadan kalkmış olabilir.

Geopolimer harç karışımları ve geopolimer macununun kayma hızı değerlerine karşı görünen viskozite değerleri Şekil 4'te sunulmuştur. Akış tablası testinin aksine, reoloji testinde KK'nin harç üretimine dahil edilmesinin anlamlı bir etkisi gözlemlendi. Sonuçlar, geopolimer macununa kum eklendiğinde viskozite davranışında önemli bir fark olduğunu göstermiştir.

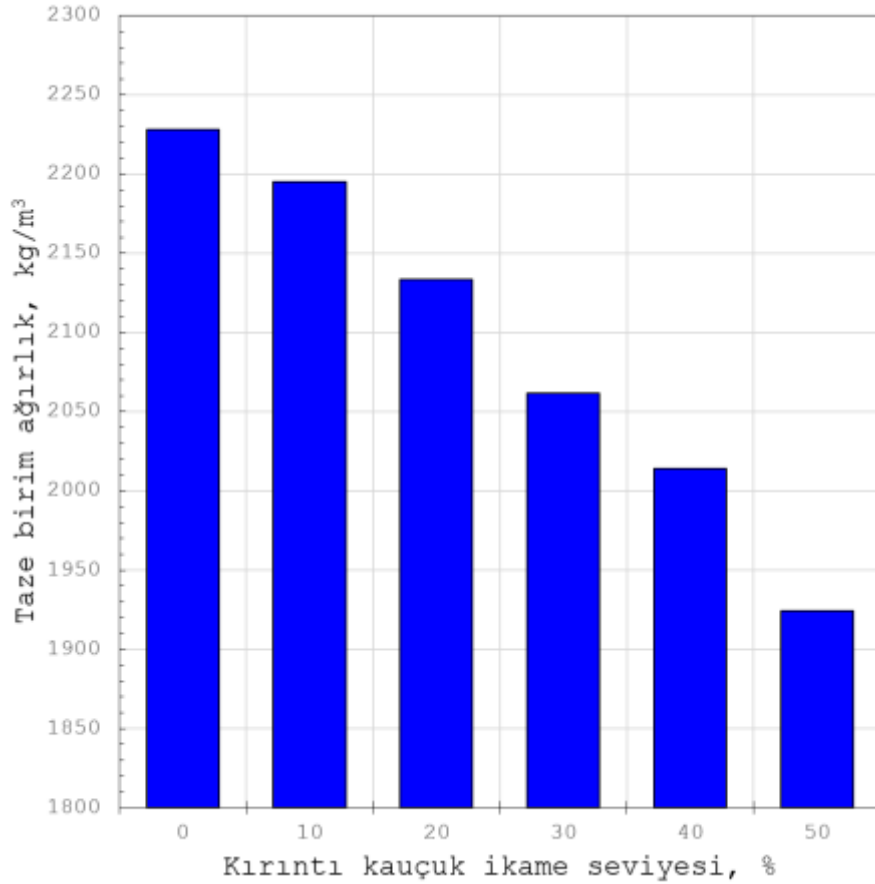


Şekil 4. Geopolimer harçların kesme hızı değerlerine karşı görünür viskozitedeki değişim

Beklendiği gibi, geopolimer harcının reolojik davranışı, geopolimer macunundan daha viskozdu. Bu durumun önemli nedenlerinden biri, karışımın daha viskoz olmasına neden olan NK'nin su emme özelliğidir. Kum parçacıkları, hamurda bulunan suyu emerek, macunun daha katı kıvamlı olmasına neden

olur. Bir diğ er önemli sebep ise kum tanecikleri arasındaki sürtünmenin karışımın kolay akmasını engelleyerek daha viskoz hale getirmesidir. Bununla birlikte, reoloji sonuçları incelendiğinde, NK'nin KK ile ikame edilmesinin, geopolimer karışımlarının viskozitesinde bir azalmaya yol açtığı görülecektir. Ayrıca, KK ikame seviyesinin artırılması geopolimer harcın viskozitesinde sistematik bir düşüş sağladı. Bu senaryonun arkasındaki sebep, KK partiküllerinin sıfır su emme kapasitesi ve daha hafif yapıda olması olabilir. Macunun kıvamı, suyu emmediği için KK katkısından daha az etkilenir ve NK partikülleri kadar ağır olmadığı için partikülleri kolayca hareket ettirilebilir. Bu nedenle KK'nin geopolimer harç üretiminde kullanılmasının geopolimer harcın kolay pompalanmasını sağlayacağı ve uzun/yassı parçacıklarının harcı bir arada tutma noktasında NK'den daha etkili olacağı dolayısıyla harçların homojenliğini artıracığı ifade edilebilir.

Geopolimer harçların taze birim ağırlığının KK ikame düzeyine göre değişimi Şekil 5'te gösterilmektedir. Kontrol geopolimer harcın taze birim ağırlığı yaklaşık 2228 kg/m^3 iken, NK'nin KK ile kademeli olarak ikame edilmesiyle taze birim ağırlığında sistematik bir azalma gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında, KK içeren geopolimer harçlar için 2195 kg/m^3 ile 1924 kg/m^3 arasında değişen taze birim ağırlık elde edilmiştir.

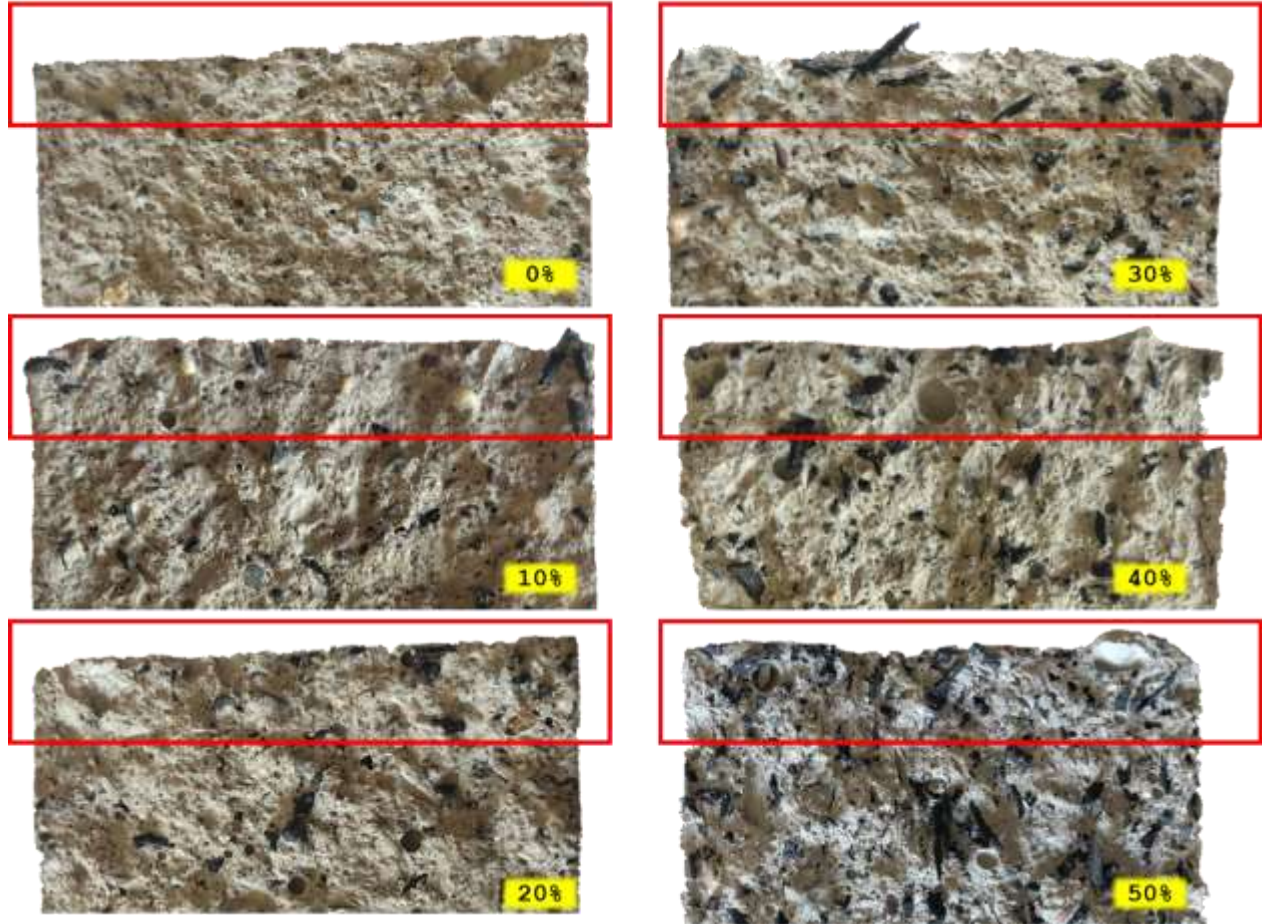


Şekil 5. Geopolimer harçların taze birim ağırlıklarındaki değişim

Beklendiği gibi, geopolimer harcına KK eklenmesi, NK'den daha hafif olması nedeniyle karışımların birim ağırlığının azalmasına yol açmıştır. %14'lük en yüksek düşüş, NK, %50 seviyesinde KK ile ikame edildiğinde gözlemlendi. TS EN 206-1 (2000), birim ağırlığı (lakin fırın kuru) 2000 kg/m^3 'ten az ve 800 kg/m^3 'ten fazla olan betonu hafif beton olarak kabul eder. Benzer şekilde, ACI Komitesi 213R-03 (2003), birim ağırlıkları (lakin hava kuru) 1950 kg/m^3 'ten az olduğunda betonları hafif beton olarak

sınıflandırmıştır. Geopolimer betonlar (veya harçlar) henüz herhangi bir standart kapsamına girmediğinden, geopolimer betonların (veya harçların) birim ağırlık bazında tanımlanmasında bu kriterler dikkate alınabilir. Bu bağlamda %50 KK ile üretilen geopolimer harç karışımının kesinlikle hafif geopolimer harcı olarak değerlendirilebileceği ifade edilebilir; ancak geopolimer harçların birim ağırlığının kuruma ile azalması durumu dikkate alınarak %30 ve %40 KK ile üretilen geopolimer harçların da hafif geopolimer harç olarak kabul edilebileceği ifade edilebilir.

Bu tip harçların üretiminde karşılaşılan zorluklardan biri de kuma sorunu ve buna bağlı olarak segregasyondur. KK partikülleri geopolimer macunundan daha hafif olduğu için yukarı doğru hareket etme eğilimi gösterirler ve bu da iyi tasarlanmamış karışımlarda, geopolimer macunu ile KK partiküllerinin ayrışmasına yol açar. Sonuç olarak bu tür malzemelerde kesitin üst kısmında KK partikülleri ve macundan oluşan bir katman ve bu katmanın hemen altında başka bir macun katmanı oluşur. Bu tür problemler çok hassas bir karışım tasarımına ihtiyaç duyar. Bu çalışmada üretilen harçlarda bu olayın gerçekleşip gerçekleşmediğini göstermek amacıyla Şekil 6 sunulmuştur. Bu şekilde gösterilen geopolimer harçların kesitleri incelendiğinde, bu tabakaların hiçbir harç karışımında oluşmadığı görülecektir. Ayrıca, KK parçacıklarının enine kesitlerde iyi bir şekilde dağıldığı da yine bu fotoğraflarda görülecektir. Başka bir deyişle, bu çalışmada üretilen harç karışımlarında herhangi bir kuma ve buna bağlı segregasyon problemlerinin görülmediği ifade edilebilir. Bu nedenle sonuç olarak bu geopolimer harçların çevre dostu bir yapı malzemesi olarak 3D yazıcı teknolojisinde kullanılabilirliği ifade edilebilir.



Şekil 6. Sertleşmiş geopolimer harç karışımlarının kesitleri

SONUÇLAR

Yukarıda verilen bulgulara dayanarak, aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- KK eklenmesi, geopolimer harçların akışkanlığını etkilemedi.
- KK içeren geopolimer harç karışımları, kontrol geopolimer harç karışımından daha az vizkoz bir reolojik davranışa sahipti.
- NK'nin KK ile ikame edilmesi ve ikame seviyesinin artırılması, geopolimer harcın taze birim ağırlığını sistematik olarak azaltmıştır.
- Geopolimer harçlarda KK dahil edilmesine bağlı olarak herhangi bir kuma ve buna bağlı segregasyon sorunu gözlenmemiştir.
- Bu çalışma kapsamında üretilen harçların inşaat sektöründe 3D yazıcı teknolojisinde kullanılacak çevre dostu ve enerji tasarruflu yapı malzemesi olduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

- ACI Committee 213R. (2003). American Concrete Institute. Guide for structural lightweight aggregate concrete. Manual of Concrete Practice. Farmington Hills, Michigan, USA.
- ASTM C136/C136M-19. (2019). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. ASTM International, West Conshohocken, PA. https://doi.org/10.1520/C0136_C0136M-19
- ASTM C138/C138M-17a. (2017). Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete. ASTM International, West Conshohocken, PA. https://doi.org/10.1520/C0138_C0138M-17A
- ASTM C1437-20. (2020). Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar. ASTM International, West Conshohocken, PA. <https://doi.org/10.1520/C1437-20>
- ASTM C311/C311M-18. (2018). Standard Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete. ASTM International, West Conshohocken, PA. https://doi.org/10.1520/C0311_C0311M-18
- ASTM C618-19. (2019). Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. ASTM International, West Conshohocken, PA. <https://doi.org/10.1520/C0618-19>
- Davidovits, J. (1994). Properties of geopolimer cements. in Proceedings First International Conference on Alkaline Cements and Concretes, Kiev, Ukraine, pp. 131-149. https://www.geopolymer.org/fichiers_pdf/KIEV.pdf
- Dondi, G., Tataranni, P., Pettinari, M., Sangiorgi, C., Simone, A., & Vignali, V. (2014). Crumb Rubber in cold recycled bituminous mixes: comparison between traditional crumb rubber and cryogenic crumb rubber. Construction and Building Materials, 68, 370-375. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.06.093>
- Güneyisi, E. (2010). Fresh properties of self-compacting rubberized concrete incorporated with fly ash. Materials and Structures, 43, 1037-1048. <https://doi.org/10.1617/s11527-009-9564-1>
- Hilburg, J. (2021) Concrete production produces eight percent of the world's carbon dioxide emissions, The Architects' Newspaper. (2021, 20 October). Erişim adresi <https://www.archpaper.com/2019/01/concrete-production-eight-percent-co2-emissions>

- Holka, H., & Jarzyna, T. (2017). Recycling of car tires by means of waterjet technologies. AIP Conference Proceedings 1822, 020008. <https://doi.org/10.1063/1.4977682>
- İpek, S., & Mermerdaş, K. (2020). Studying the impact of crumb rubber on the setting time of self-compacting mortar. Proceeding Books: International Conference On Engineering & Natural Sciences-9, November 13- 15, Ankara-Turkey.
- İpek, S., Diri, A., & Mermerdaş, K. (2020). Recycling the low-density polyethylene pellets in the pervious concrete production. Journal of Materials Cycle and Waste Management. <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01127-x>
- Karger-Kocsis, J., Meszaros, L., & Barany, T. (2013). Ground tyre rubber (GTR) in thermoplastics, thermosets, and rubbers. Journal of Materials Science, 48(1), 1-38. <https://doi.org/10.1007/s10853-012-6564-2>
- Ma, C.K., Awang, A.Z., & Omar, W. (2018). Structural and material performance of geopolymer concrete: a review. Construction and Building Materials, 186, 90-102. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.111>
- Mermerdaş, K., İpek, S., & Mahmood, Z. (2021). Visual inspection and mechanical testing of fly ash-based fibrous geopolymer composites under freeze-thaw cycles. Construction and Building Materials, 283, 122756. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122756>
- Palomo, A., Blanco-Varela, M.T., Granizo, M.L., Puertas, F., Vazquez, T., & Grutzeck, M.W. (1999). Chemical stability of cementitious materials based on metakaolin. Cement and Concrete Research, 29(7), 997-1004, [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(99)00074-5)
- Siddika, A., Al Mamun, Md A., Alyousef, R., Amran, Y.H.M., Aslani, F., & Alabduljabbar, H. (2019). Properties and utilizations of waste tire rubber in concrete: A review. Construction and Building Materials, 224: 711-731. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.108>
- THBB. (2021) Dünyada sektör. (2021, 20 October). Erişim adresi <https://www.thbb.org/sektor/dunyada-sektor/> [in Turkish]
- TS-EN 206-1. (2000). Concrete Part 1. Turkish Standard Institute, Turkey.
- Turner, L.K., & Collins, F.G. (2013). Carbon dioxide equivalent (CO₂-e) emissions: a comparison between geopolymer and OPC cement concrete. Construction and Building Materials, 43, 125-130. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.01.023>

A STUDY OF TRAVELLING AND OPTICAL SOLITONS FOR MULTIDIMENSIONAL LANDAU–LIFSHITZ–GILBERT SYSTEM

Ahmad Sharif

Department of Mathematics, Faculty of sciences, Gonbad Kavous University,
Gonbad, Iran.

ABSTRACT

In this paper, we study the different types of new soliton solutions to the Landau–Lifshitz–Gilbert equation with the aid of Kudryashov method. Then, we get some special soliton solutions for Chiral nonlinear Schrodinger equation. Without the Gilbert damping term, we present a travelling wave solution with a finite energy in the initial time. The parameters of the soliton envelope are obtained as a function of the dependent model coefficients.

Keywords: Landau–Lifshitz–Gilbert equation, soliton, Kudryashov method.

INTRODUCTION

Nonlinear evolution equations (NEEs) which describe many physical phenomena are often illustrated by nonlinear partial differential equations. So, the exact solutions of NLPDE are explored in detail in order to understand the physical structure of natural phenomena that are described by such equations. Searching for explicit, exact solutions of NLPDE by many different methods is the main goal of this active research area. Some of these methods, the Riccati Equation method [1], Hirota's bilinear operators [2], Hirota's dependent variable transformation [3], the Jacobi elliptic function expansion [4], the homogeneous balance method [5], the tanh-function expansion [6], first integral method [7,8], the sub-equation method [9], the exp-function method [10], the Backlund transformation, and similarity reduction [11-15] are used to obtain the exact solutions of NLPDE.

In physics, the Landau–Lifshitz–Gilbert equation, named for Lev Landau, Evgeny Lifshitz, and T. L. Gilbert, is a name used for a differential equation describing the precessional motion of magnetization M in a solid. It is a modification by Gilbert of the original equation of Landau and Lifshitz. LLG equation (see [31]) can be written down as.

$$\frac{d\mathbf{S}}{dt} = \alpha \mathbf{S} \times \mathbf{L} - \beta \mathbf{S} \times \frac{d\mathbf{S}}{dt}, \quad (1)$$

Here $\mathbf{S} = (S_1(t, \mathbf{x}), S_2(t, \mathbf{x}), S_3(t, \mathbf{x})) \in \mathbb{S}^2 \subset \mathbb{R}^3$, $\alpha \geq 0$, $\alpha^2 + \beta^2 = 1$, \mathbf{L} denotes the cross product.

The term multiplying with α represents the exchange interaction, while β -term denotes to the Gilbert damping term. Especially, two extreme cases of (1) ($\beta=0$ and $\alpha=0$ respectively) include as special cases the well-known the Schrödinger map equation and harmonic map heat flow respectively. The well-posedness problem of LL(G) equation are intensively study in mathematics. To list a few, in 1986, of the weak solution of LL(G) equation. Under the small initial value, the global existence of the solution in different spaces [17, 20, 33] were proved. The first progress on the existence of partially regular solutions to LLG equation [30, 34] and Landau-Lifshitz – Maxwell equation (LLG equation couples with Maxwell equation) [22, 30] under certain "stationary" conditions. According to the setting of (1), \mathbf{S} lies on \mathbb{S}^2 which allow us to use the conversion as follows

$$(S_1, S_2, S_3) = \left(\frac{2\Re(W)}{1+W\bar{W}}, \frac{2\Im(W)}{1+W\bar{W}}, \frac{1-W\bar{W}}{1+W\bar{W}} \right), \text{ and } W = \frac{S_1 + iS_2}{1+S_3} \quad (2)$$

Where \bar{W} denotes the conjugate complex numbers of W ; The real part and the imaginary part of the complex number W are $\Re(W)$ and $\Im(W)$ respectively.

According to (1) and (2), we can obtain the complex equation of W as follows

$$-(a+bi)iW_t = DW - \frac{2\bar{W}}{1+|W|^2} \langle \tilde{N} W \rangle, \quad (3)$$

Where $\langle A \rangle = A \cdot A$ denotes the inner product of the vectors.

Although the result of the result of the well-posedness of LL(G) equation is fruitful, there are still very few papers present the exact solution of it. Especially, the exact explicit solution for LLG equation (1) (or LL equation) are very scarce as far as we know. For the one dimensional case, the first general single-solution solution for LL equation is obtained by Tjon and Wright[34]. However, the solution obtained is the static solution (independent on t) for the continuum version of the classical linear Heisenberg chain. The exact solitary-waves solution (dependent on t and x) for the LL equation has been obtained by Azevedo, Moura, Cordeiro, et al[16]. However, the solution they presented is a solution of the equivalent equation of the LL equation. How to transform this solution into the solution of the original LL system is unclear. Although so many years have passed till the work [16, 18, 19, 27], the exact treatment for LL(G) is still limited (especially for the exact explicit type solution). Hence, our goal in this paper is to obtain some more nontrivial solutions to get a better understanding of dynamic property for these two equations.

3. TRAVELLING WAVE SOLUTION OF THE LL EQUATION VIA MKM

Under the arbitrary integer n , we set K_i $i = (1, 2, \dots, n)$ are constants satisfying $\prod_{i=1}^n K_i^2 = 1$; $\vec{K} = (K_1, K_2, K_3, \dots, K_n)$ and $\vec{r} = \vec{K} \cdot \vec{x}$. In this situation, (3) transform into

$$-(a+bi)iW_t = W_r - \frac{2\bar{W} \langle W_r \rangle}{1+|W|^2}. \quad (4)$$

In this section, we construct a travelling wave solution without the Gilbert term. Assuming $\alpha = 1$ and $\beta = 0$, we suppose that the solution of (4) under the condition of Kudryashov method is as follows

$$W_{c,w}(t, \vec{r}) = e^{-i\omega t} f(\vec{r}-ct) e^{i\gamma(\vec{r}-ct)} \quad (5)$$

where c and w are constants undetermined.

Here we assume $-c^2 + 4w > 0$. Substitute (5) into (4), the separate and the real part and the virtual part respectively as

$$f(x) \left(\frac{c^2}{4} - 2(x)^2 + cy f(x) - y f(x)^2 \right) + f(x)^3 \left(\frac{c^2}{4} + cy f(x) + y f(x)^2 \right) + f(x)^2 f'(x) = 0 \quad (6)$$

and

$$f'(x) (-c + 2y f(x)) - f(x)^2 f''(x) (c + 2y f(x)) + f(x) y f''(x) + f(x)^3 y f''(x) = 0 \quad (7)$$

Where $\xi = \bar{r} - ct$. (6)-(7) are the nonlinear constant coefficients ordinary differential equation system with the variable ξ . According to (7), we can obtain a relationship between ψ and ϕ

$$y \phi(x) = \frac{c C_1 + f(x)^2 c + 2C_1 + 2C_1(x)^2}{2f(x)^2}, \quad (8)$$

Where C_1 is arbitrary constant. If we set $C_1=0$, we have

$$y \phi(x) = - \frac{c C_1 + f(x)^2}{2f(x)^2}. \quad (9)$$

Substituting (17) into (14) to get

$$c^2 + 3c^2 f(x)^2 + (c^2 - 4w)f(x)^6 + f(x)^4 3c^2 - 4w + 8f(x)^2 f(x)^6 \\ f(x)^3 + f(x)^2 \phi(x) = 0, \quad (10)$$

to solve (18), we assume that the solution $\phi(\xi)$ of the nonlinear Eq. (18) can be presented as [?]

$$\phi(\xi) = \sum_{i=0}^M A_i Y^i(\xi), \quad (11)$$

And Y satisfied in following Riccati equation

$$Y'(\xi) = Y^2(\xi) - Y(\xi), \quad (12)$$

Eq. (6) gives the solution, as follows:

$$Y(\xi) = \frac{1}{1 + e^\xi}, \quad (13)$$

Substituting Eqs (5)-(7) into Eq. (4) and collecting all terms with the same order of Y^j together, we convert the left-hand side of Eq. (4) into a polynomial in Y^j . Setting each coefficient of each polynomial to zero, we derive a set of algebraic equations for A_0, A_1, A_2 and h . By solving these algebraic equations, we obtain several case of variables solutions [15-16].

Remark: This Riccati equation (6) also admits the following exact solutions:

$$\phi_1(\xi) = \frac{1}{2} \left(1 - \tanh \left[\frac{\xi}{2} - \frac{\varepsilon \ln \xi_0}{2} \right] \right), \quad \xi_0 > 0, \quad (14)$$

$$\phi_2(\xi) = \frac{1}{2} \left(1 - \coth \left[\frac{\xi}{2} - \frac{\varepsilon \ln \xi_0}{2} \right] \right), \quad \xi_0 < 0, \quad (15)$$

Stage 3: By substituting the obtained solutions in stage 2 into Eq. (5) along with general solutions of Eq. (6), finally generates new exact solutions for the nonlinear PDE (2).

RESULTS

By Kudryashov's method, the solution of (14) is assumed as

$$\phi(\xi) = A_1 Y(\xi) + A_0,$$

where A_1 and A_0 are constants. Substituting (16) into (14) and comparing the coefficients of alike powers of $Y(\xi)$ provides algebraic system of equations. After solving the system, the A_i , $i = 0, 1$ are obtained and produces following new sets of solution for (7).

Case-1

$$A_1 = \frac{12}{5}, A_0 = \frac{3}{4}, c = -1, w = \frac{1}{2}$$

From we have

$$\psi(\xi) = -\frac{1}{2}c(\phi^{-1}(\xi) + \phi(\xi) + 2),$$

So

$$\psi(\xi) = -\frac{1}{2}c \left(\left(A_1 \frac{1}{1 + e^{\bar{r}-ct}} + A_0 \right)^{-1} + \left(A_1 \frac{1}{1 + e^{\bar{r}-ct}} + A_0 \right) + 2 \right),$$

So, the exact solution for (7) is constructed as

$$w_{c,m}(t, \bar{r}) = e^{-\frac{1}{2}it} \left(\frac{12}{5} \frac{1}{1 + e^{\bar{r}+t}} + \frac{3}{4} \right) e^{\frac{1}{2}i \left(\left(\frac{12}{5} \frac{1}{1 + e^{\bar{r}+t}} + \frac{3}{4} \right)^{-1} + \left(\frac{12}{5} \frac{1}{1 + e^{\bar{r}+t}} + \frac{3}{4} \right) + 2 \right)},$$

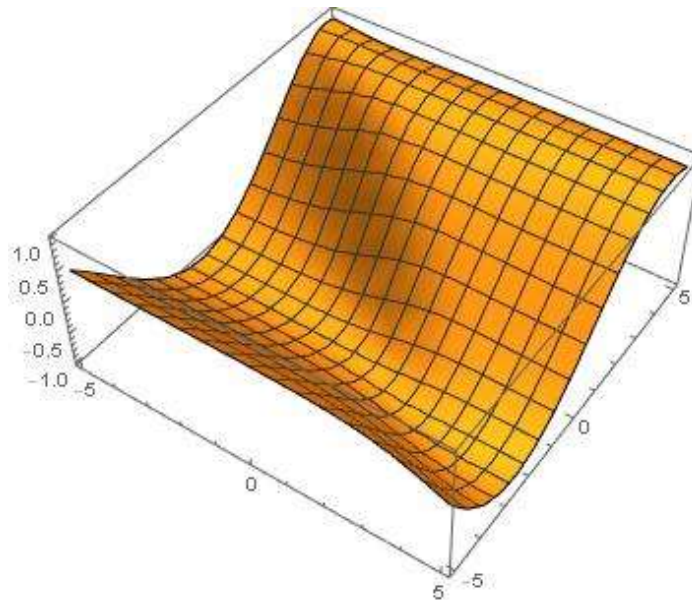


Image 1: Real part of $w_{c,m}(t, \bar{r})$

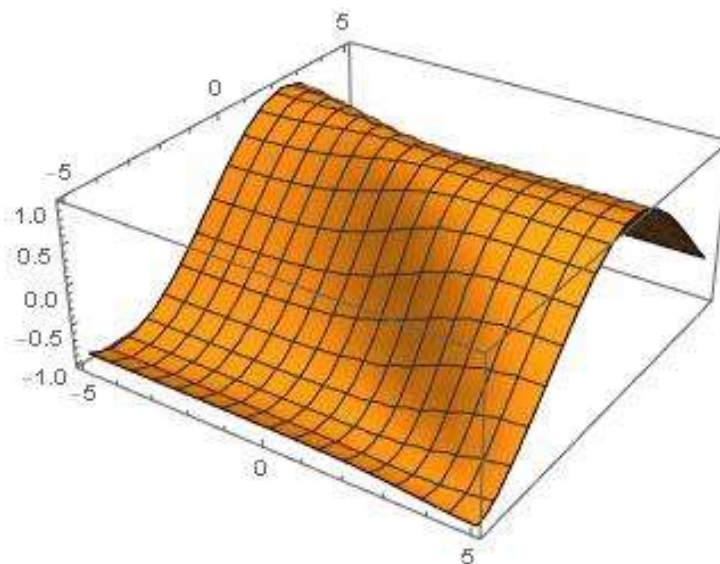


Image 2: Imaginarily part of $w_{c,m}(t, \bar{r})$

Case-2:

$$A_1 = -\frac{12}{5}, A_0 = -\frac{3}{4}, c = -\frac{1}{2}, w = 1.$$

The exact solution for (7) is obtained as

$$w_{c,m}(t, \bar{r}) = e^{-it} \left(-\frac{12}{5} \frac{1}{1+e^{\frac{1}{2}t}} - \frac{3}{4} \right) e^{-\frac{1}{4}j \left(\left(\frac{12}{5} \frac{1}{1+e^{\frac{1}{2}t}} - \frac{3}{4} \right)^{-1} + \left(\frac{12}{5} \frac{1}{1+e^{\frac{1}{2}t}} - \frac{3}{4} \right) + 2 \right)},$$

Case-3

$$A_1 = -\frac{1}{2}, A_0 = -1, c = \frac{3}{2}, w = -1$$

The exact solution of (23) is attained as

$$w_{c,m}(t, \bar{r}) = e^{it} \left(-\frac{1}{2} \frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}t}} - 1 \right) e^{-\frac{3}{4}j \left(\left(\frac{1}{2} \frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}t}} - 1 \right)^{-1} + \left(\frac{1}{2} \frac{1}{1+e^{-\frac{3}{2}t}} - 1 \right) + 2 \right)},$$

Case-4

$$A_1 = \frac{1}{2}, A_0 = 1, c = -\frac{3}{2}, w = 1$$

The exact solution for (7) is given by

$$w_{c,m}(t, \bar{r}) = e^{-it} \left(\frac{1}{2} \frac{1}{1+e^{\frac{3}{2}t}} + 1 \right) e^{\frac{3}{4}j \left(\left(\frac{1}{2} \frac{1}{1+e^{\frac{3}{2}t}} + 1 \right)^{-1} + \left(\frac{1}{2} \frac{1}{1+e^{\frac{3}{2}t}} + 1 \right) + 2 \right)},$$

CONCLUSIONS

This paper derived new exact soliton solutions of nonlinear Schrodinger equations, namely, the Chiral nonlinear Schrodinger equation which describe the propagation of ultrashort pulses in nonlinear optical fibers by using the Functional variable method. We boldly say that the work here is valuable and may be beneficial for studying in other nonlinear science. The exact solutions obtained from the model equations provide important insight into the dynamics of solitary waves. The solutions obtained in this paper have not been reported in the old research.

REFERENCES

- [1] Neirameh, A. and Eslami, M.,(2019), New travelling wave solutions for plasma model of extended K–dV equation, Afrika Matematika 30 (1-2), 335-344.
- [2] Hirota, R., (1973), Exact N-soliton solutions of the wave equation of long waves in shallow-water and in nonlinear lattice, J. Math. Phys., 14 , 810-814.

- [3] Lei, Y., Fajiang, Y. and Yinghai, W.,(2002), The homogeneous balance method, Lax pair, Hirota transformation and a general fifth-order KdV equation, *Chaos Soliton and Fractals*, 13,337-340.
- [4] Liu, S.K., Fu, Z., Liu, S. and Zhao, Q.,(2001), Jacobi elliptic function expansion method and periodic wave solutions of nonlinear wave equations, *Phys. Lett. A*, 289 , 69-74.
- [5] Wang, M.L.,(1995), Solitary wave solutions for the variant Boussinesq equations, *Phys. Lett. A*, 199 , 169-172.12
- [6] Parkes, E.J. and Duffy, B.R.,(1996), An automated tanh-function method for finding solitary wave solutions to non-linear evolution equations, *Comput. Phys. Commun.*, 98 , 288-300.
- [7] He, Y., Li, S. and Long, Y.,(2013), Exact solutions of the modified Benjamin-Bona-Mahoney (mBBM) equation by using the first integral method, *Differential Equations and Dynamical Systems*, 21 , 199-204.
- [8] Hosseini, K. and Gholamin, P.,(2015), Feng's first integral method for analytic treatment of two higher dimensional nonlinear partial differential equations, *Differential Equations and Dynamical Systems*, 23 , 317-325.
- [9] Zheng, B.,(2011), A new Bernoulli sub-ODE method for constructing traveling wave solutions for two nonlinear equations with any order, *U.P.B. Sci. Bull., Series A*, 73 , 85-94.
- [10] He, J. H., (2008),Some asymptotic methods for strongly nonlinear equations, *Int. J. Mod. Phys.*, 22 , 3487–3578.
- [11] Eslami, M. and Neirameh, A.,(2014), New solitary and double periodic wave solutions for a generalized sinh-Gordon equation, *Eur. Phys. J. Plus* 129, 54.
- [12] Neirameh, A. and Eslami, M.,(2017), An analytical method for finding exact solitary wave solutions of the coupled (2 1)-dimensional Painlevé Burgers equation, *Scientia Iranica B* , 24(2), 715-726.
- [13] Rezazadeh, H., Kumar, D., Neirameh, A., M. Eslami. and M. Mirzazadeh.,(2019), Applications of three methods for obtaining optical soliton solutions for the Lakshmanan–Porsezian–Daniel model with Kerr law nonlinearity, *Pramana* 94(1), 39.
- [14] Rezazadeh, H., Neirameh, A., Eslami, M., Bekir, A. and A Korkmaz.,(2019), A sub-equation method for solving the cubic–quartic NLSE with the Kerr law nonlinearity, *Modern Physics Letters B* 33 (18), 195-197.
- [15] Rezazadeh, H., Neirameh, A., Raza, N., and Eslami, M.,(2019), Exact Solutions of Nonlinear Diffusive Predator-Prey System by New Extension of Tanh Method, *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience* 15, 3195-3200
- [16] L. G. D. Azevedo , M. A. D. Moura , Cordeiro C , et al, \Solitary waves in a 1D isotropic Heisenberg ferromagnet," *Journal of Physics C: Solid State Physics*. 15(36), 7391-7396(1982)
- [17] I. Bejenaru, A.D. Ionescu, C.E. Kenig, D. Tataru, \Global Schr • odinger maps in dimensions $d \geq 2$: small data in the critical Sobolev spaces," *Ann. of Math.* 173 (2-3), 1443-1506 (2011).
- [18] A.E.Borovik, S.Klama, S.I.Kulinich , \Integration of the Landau-Lifshitz equation with preferred-axis anisotropy by the method of the inverse scattering problem," *Physica D: Nonlinear Phenomena*. 32(1), 107-134(1988).
- [19] G.Bertotti, I.D.Mayergoyz, C.Serpico, \Analytical solutions of Landau-Lifshitz equation for precessional dynamics," *Physica B: Condensed Matter*. 343(1-4),325-330(2004).
- [20] N.-. Chang, J. Shatah, K. Uhlenbeck, \Schrodinger maps", *Comm. Pure Appl. Math.* 53 (5),590-602 (2000).

- [21] Q. Ding, \Explicit blow-up solutions to the Schrodinger maps from R^2 to the hyperbolic 2-space H^2 ," J. Math. Phys. 50 (10),103507. p. 17(2009).
- [22] S. Ding, B. Guo, \Hausdor_ measure of the singular set of Landau-Lifshitz equations with a nonlocal term," Comm. Math. Phys.250 (1), 95-117(2004).
- [23] S. Ding, B. Guo, \Existence of partially regular weak solutions to Landau-Lifshitz-Maxwell equations,"J. Differential Equations. 244,2448-2472(2008).
- [24] B. Guo, M. Hong, \The Landau-Lifshitz equations of the ferromagnetic spin chain and harmonic maps," Calc. Var. Partial Differential Equations. 1 ,311-334(1993) .
- [25] Susana Gutierrez, Andr_e de Laire, \Self-similar solutions of the one-dimensional Landau-Lifshitz-Gilbert equation," Nonlinearity 28 ,1307-1350 (2015).
- [26] Susana Gutierrez, Andr_e de Laire, The Cauchy problem for the Landau-Lifshitz-Gilbert equation in BMO and self-similar solutions, Nonlinearity 32 (2019) 2522-2563.
- [27] B.L. Guo, G.S. Yang, \Some exact nontrivial global solutions with values in unit sphere for two-dimensional Landau-Lifshitz equations," J. Math. Phys. 42 (11) 5223-5227(2001).
- [28] H. Huh, \Blow-up solutions of modified Schr • odinger maps," Comm. Partial Differential Equations 33 (1-3), 235-243(2008).
- [29] N. N. Huang, Z.Y. Chen, and Z.Z. Liu, \The method of Darboux transformation matrix for solving the Landau-Lifshitz equation for a spin chain with an easy plane," J. Phys. A: Math. Gen. 28 4063(1995).
- [30] X. Liu, \Partial regularity for Landau-Lifshitz system of ferromagnetic spin chain," Calc. Var. Partial Differential Equations 20 (2) , 153-173(2004).
- [31] L.D. Landau, E.M. Lifshitz, On the theory of the dispersion of magnetic permeability in ferromagnetic bodies, Z. Sowjetunion 8 (1935). Reproduced in Collected Papers of L. D. Landau, Pergamon, New York, 1965, pp. 101-114.
- [32] H. McGahagan, \An approximation scheme for Schr • odinger maps," Comm. Partial Differential Equations,32,375-400(2007).
- [33] A. Nahmod, A. Stefanov, K. Uhlenbeck, \On Schrodinger maps," Comm. Pure Appl. Math. 56 (1), 114- 151(2003).
- [34] J.Tjon, J.Wright. \Solitons in the continuous Heisenberg spin chain," Physical Review B, 15(7),3470-3476(1977).

CRUCIAL BUT LOST COMPONENT THAT PUBLIC HEALTH STILL REQUIRES FOR COVID-19 CRISIS MANAGEMENT

Yasaman Parsia, Shahryar Sorooshian

Gothenburg, Sweden

ABSTRACT

COVID-19 was a public health crisis that killed and/or infected a large number of people. The first statistics showed that the infection rate among children seems to be lower, but there have been a few cases reported, and the number has gradually increased. Public health was fortunate to receive vaccines against the infection; however, the vaccines were developed with adults in mind, and children were excluded. As a result, this group has received less attention up to this point. Not only did the Covid pandemic have an impact on adults' lives, but it also had an impact on children's lives, including a new educational practice that caused difficulties in the quality level and soft-skill development in some cases. Even younger children had little contact with the outside world as a result of quarantine situations, which itself was essential for improving the immune system. This can result in limitations and future failures by next generations, as qualitatively discussed by this paper. As a COVID-19 lesson learned, this study concludes that public health officials should take future considerations, including upcoming generations, into account in any future crisis, even if the crisis does not directly affect them but may indirectly.

THE ROLE OF JOB SATISFACTION IN MEDIATION OF LEADERSHIP STYLE AND MOTIVATION ON NURSE PERFORMANCE

Kusni INGSIH

Universitas Dian Nuswantoro, Faculty of Economics and Business, Management Department, Indonesia,
ORCID NO: 0000-0003-0873-6111

Ana KADARNINGSIH

Universitas Dian Nuswantoro, Faculty of Economics and Business, Management Department, Indonesia,

Novi Windi ASTUTI

Universitas Dian Nuswantoro, Faculty of Economics and Business, Management Department, Indonesia

ABSTRACT

To find out how much leadership style (LS) and motivation have an effect on job satisfaction and nurse performance at the Ungaran Regional General Hospital (RSUD) nurse is the purpose of this study. A total of 134 nurses at Ungaran Hospital were used as research samples by distributing questionnaires to them. The sampling technique used is non-probability purposive sampling. The data collection method used a questionnaire and the analysis technique used was multiple regression. The results of the analysis show that job satisfaction is positively and significantly influenced by motivation, however job satisfaction is proven not to be positively and significantly influenced by LS. While the performance of nurses is positively and significantly influenced by LS, motivation and job satisfaction.

Keywords: leadership style, motivation, job satisfaction, nurse performance.

1. INTRODUCTION

Human resource management (HRM) in organizations, companies, or agencies such as hospitals is a very interesting thing to be reviewed in more detail. There are two groups of HRM in the hospital, namely medical and non-medical personnel, medical personnel consisting of doctors, nurses and other medical personnel, while non-medical personnel consist of administration, cleaners, drivers and other non-medical personnel. The hospital is a place to make efforts to improve health, prevent and cure disease and restore health. The condition of the community that is increasingly critical of service quality is an impetus for the health profession to improve its services. Professional services in nursing can be carried out through the arrangement and management of nursing service management, the ability of nurses to provide services to patients according to standards, as well as patient-oriented services so that feelings of security, comfort, and satisfaction are realized which have an impact on the patient's healing process. Ungaran Hospital is a hospital owned by the Government, which has the task of providing health services efficiently and successfully prioritizing healing, recovery efforts that are carried out simultaneously, integrated in improving preventive health and carrying out referrals based on the Decree of the Minister of Health of the Republic of Indonesia.

Ungaran Hospital in the last 2-3 years is currently developing the bed occupancy ratio (BOR) where the expectations that the hospital wants to achieve are that the number of patients who visit from year to year has increased so there is a need for development. BOR can be used as a measure to assess employee performance in carrying out various services and treatments to patients, the higher the BOR of the hospital, the higher the number of beds available for patients. The BOR standard set by the

Ministry of National Health is 60-85% for each hospital (Depkes RI, 2005). Based on data from the hospital, it can be seen that the BOR value at the Ungaran Hospital was 72.8% for 2020, while in 2019 the BOR value reached 74.7%, this shows that the BOR for sick homes has decreased by 1.9%. The ideal value of BOR according to Barber Johnson ranges from 75-80%, while according to the Indonesian Ministry of Health the ideal value of BOR is 60-85%. This shows that the BOR of the Ungaran Hospital can be said to be ideal based on the data obtained in 2019 and 2020 because it has exceeded 60% and identifies that the beds in the Ungaran Hospital are optimal according to the Indonesian Ministry of Health, but based on the ideal size standard according to Barber Johnson for the BOR percentage level, it almost reached the ideal level in 2019. To achieve the ideal the hospital can continue to pay attention to the welfare of all employees, especially nurses so that their performance and job satisfaction do not decrease and they can work optimally. According to some researchers, there are several factors that can affect employee performance and employee job satisfaction such as LS and motivation.

Various previous research findings indicate that job satisfaction is positively and significantly influenced by motivation (Oluseye (2014), Pranita et al., (2017), Panagiotopoulos, et al. (2018), and Ingsih, et al. (2020)). However, several studies show the opposite, that motivation does not have a positive and significant effect on job satisfaction (Kian, et al., 2014). Likewise with LS, several researchers have proven that LS has a positive and significant effect on job satisfaction (Voon, et al. (2011), Pawirosumarto, et al. (2017), and Ingsih, et al. (2020)), however there are a different study found that LS proved to have a negative effect on job satisfaction (Lok and Crawford (2004)). Meanwhile, LS can also have a positive and significant effect on employee performance as evidenced by Roeleejanto et al. (2015), Pawirosumarto, et al. (2017), Fahmi, et al. (2019), and Ingsih, et al. (2020) however, evidence from Shahab and Nisa (2014) found that LS had no effect on employee performance.

Motivation can also have a positive and significant effect on employee performance (Pranita et al. (2017), Efendi, et al. (2020), and Ingsih, et al. (2020)). Contrary to these findings, the findings of Shahzadi et al. (2014) prove that motivation has no effect on employee performance. In addition, other evidence shows that employee performance is significantly affected by job satisfaction (Shahab and Nisa (2014 and Sudiardhita, et al. (2018))), but this evidence is in contrast to Pawirosumarto, et al. (2017).

Variations in research findings related to factors that affect employee performance and employee job satisfaction indicate that research with this theme is still worthy of re-examination. Therefore, the research question posed is whether LS and motivation have a positive and significant effect on employee job satisfaction. Do LS and motivation have a positive and significant effect on nurse performance? and whether job satisfaction can mediate LS and motivation on nurse performance?

2. RESULT AND FINDINGS

Respondents in this study were nurses at Ungaran Hospital. Gender can influence in determining the performance of nurses and employee satisfaction with a job. Based on primary data collected through questionnaires, the profile of respondents by gender was obtained, from 134 respondents, 33 were male or 24.6%, while 101 were female or 75.4%. This shows that respondents according to gender in Ungaran Hospital nurses are dominated by women, because women are more in line with job criteria as nurses who give full attention, which includes and listens patiently to the concerns and fears of patients.

On the basis of age, respondents aged less than 20 years amounted to 2 or 1.5% of respondents, respondents aged 20-30 years were 56 or 41.8% of respondents, respondents aged 31-40 years were 54 or 40.3%, and respondents aged over of 40 years amounted to 22 or 16.4%. Thus, it can be said that

the respondents of this study were dominated by nurses aged 20-30 years. Based on education level, respondents with high school graduates are 2 or 1.5% of respondents, respondents with Diploma graduates are 64 or 47.8%, respondents with undergraduate graduates are 58 or 43.3%, and respondents are Postgraduate graduates are 10 or 7.5%. It can be said that the respondents in this study were dominated by nurses with Diploma education. Therefore, this work requires employees who have knowledge and education that are in accordance with standards and are good for advancing the company. Respondents with a working period of less than 5 years amounted to 33 or 24.6% of respondents, respondents with a service period of 5-10 years amounted to 44 or 32.8% of respondents, respondents with a working period of 11-15 years amounted to 27 or 20.1% of respondents and respondents with a working period of more than 5 years. of 15 years amounted to 30 or 22.4% of respondents. Thus, it can be concluded that the respondents from this study were dominated by nursing staff who had 5-10 years of service. So, in this job, nurse employees are needed who have good work experience, making it easier for these employees to adapt well to company regulations.

Validity test is needed to ensure that the questions from the questionnaire are valid or not. These results indicate that the statements in the questionnaire used by the variables LS, motivation, job satisfaction and nurse performance are declared valid to be used as a variable measuring instrument. Reliability is a tool used to measure the questionnaire which is an indicator of a variable. The test using Cronbach's alpha value shows the Cronbach's alpha value of each variable is greater than 0.70. These results show that the questionnaire or indicators of LS variables, motivation, job satisfaction and nurse performance are proven to be reliable or reliable as a variable measuring instrument. The coefficient of determination is used to measure how far the ability of the independent variable to explain the variation of the dependent variable. The coefficient of determination can be seen in the R square of 0.426. These results can be interpreted that the LS and motivation variables are able to explain job satisfaction by 42.5%. Meanwhile, for 57.5% job satisfaction is influenced by variables other than LS and motivation. The coefficient of determination can be seen in the R square of 0.768. These results can be interpreted that the variables LS, motivation and job satisfaction are able to explain the work performance of employees by 76.8%. Meanwhile, 23.2% of nurses' performance is influenced by other variables.

Based on the statistical results that LS has no effect on job satisfaction. This is evidenced by the results of the LS t-test of 0.802 with a sig level of 0.424 greater than 0.05 so that it accepts the hypothesis that LS has no effect on job satisfaction. Job satisfaction that occurs at Ungaran Hospital has a leader who is still lacking, the leader should always give his subordinates the freedom to express opinions and when making decisions must be done together. This can be seen from the questions that have been answered by respondents including the leader giving freedom of opinion and decisions must be taken together with an index value of 0.684. That is the case if the leader at the Ungaran Hospital must be able to provide his subordinates to be able to express opinions and make decisions made by deliberation, the employees will become better and can advance the company. With a calculated value of 0.665 with questions the leader always motivates me to be able to carry out the task as well as possible. This shows that the leader always motivates all employees to be better at working at the Ungaran Hospital. The results of this study that the effect of LS on job satisfaction is also supported by previous research conducted by (Lok and Crawford (2004) showing that LS job satisfaction is not influenced by LS.

The statistical results show that job satisfaction is significantly influenced by motivation. The results of the motivation t-test of 7,842 with sig 0.00 less than 0.05 so that it accepts the hypothesis that motivation has a positive effect on job satisfaction. The motivation of the employees at the Ungaran Hospital is good. This can be seen from the answers to questions given by respondents with an arithmetic value of 0.965 with questions given that my work facilities and infrastructure are adequate to do a good job. This shows that the facilities provided by the company for employees are very good so that employees feel comfortable and satisfied working at the Ungaran Hospital. The results of this study that the effect of motivation on job satisfaction is also supported by previous research conducted by

(Oluseye (2014), Pranita et al., (2017), Panagiotopoulos, et al. (2018), and Ingsih, et al. (2020) shows that job satisfaction is positively and significantly influenced by motivation.

On the basis of statistical results that LS and significant effect on the performance of nurses. This is evidenced by the results of the LS t-test of 19,213 with a sig of 0.00 less than 0.005 so that it accepts the hypothesis which states that LS has a positive and significant effect on nurse performance. The results of this study indicate that LS has a positive and significant effect on the performance of nurses, because leaders have done well so that they can improve the quality of nurse performance in providing health services to patients and organizational goals can be achieved. The results of this study that the effect of LS on nurse performance is also supported by previous research conducted by Roeleejanto et al. (2015), Pawirosumarto, et al. (2017), Fahmi, et al. (2019), and Ingsih, et al. (2020) which states that employee performance is influenced by LS.

Based on the statistical results that the performance of nurses is positively influenced by motivation. The motivation t-test result is 0.936 with sig 0.00 less than 0.05 so that it accepts the hypothesis which states that the performance of nurses is positively and significantly influenced by motivation. The results of this study that the effect of motivation on nurse performance is also supported by previous research conducted by Pranita et al. (2017), Efendi, et al. (2020), and Ingsih, et al. (2020) shows that motivation has a positive and significant effect on employee performance

The statistical results prove that the performance of nurses is positively influenced by job satisfaction. This is evidenced by the results of the job satisfaction t-test of 4.753 with sig 0.00 smaller than 0.05 so that it accepts the hypothesis that employee performance is positively and significantly affected by job satisfaction. It is generally recognized in the field of organizational behavior that job satisfaction is the most important attitude, high job satisfaction can increase work productivity, this can be seen from my receiving a sufficient and appropriate salary based on the job responsibilities assigned to me with a calculated value. amounting to 0.727 many employees are satisfied with what the company provides so that employees also have to improve their performance so that the company can achieve success. Another study which also shows that job satisfaction affects the performance of nurses is research conducted by Shahab and Nisa (2014) and Sudiardhita, et al. (2018) shows that employee performance is positively and significantly influenced by job satisfaction.

3. CONCLUSION

Based on the results of research that has been done to analyze the effect of LS and motivation on the performance of nurses with job satisfaction as an intervening variable at Ungaran Hospital. From the discussion that has been described, it can be concluded as follows: LS has a negative and insignificant effect on job satisfaction in hospital nurses. Motivation has a positive and significant impact on employee job satisfaction in hospitals. LS has a positive and significant effect on the performance of nurses in Ungaran Hospital. Motivation has a positive and significant effect on the performance of nurses in Ungaran Hospital. Job satisfaction has a positive and significant effect on the performance of nurses at Ungaran Hospital.

REFERENCES

- Efendi et al. (2020). The Mediation of Work Motivation on the Effects of Work Discipline and Compensation on Performance Batik MSMEs Employees in Yogyakarta City, Indonesia. *International Journal of Multicultural and Multireligius Understanding*, Vol 7 (1), 689-703.
- Fahmi and Sanika. (2019). The Influence of Leadership and Work Discipline Towards Employee Performance at PT. Kereta Api Indonesia (Persero) Regional Division I North Sumatera. *Journal of International Conference Proceedings*. Vol 2 (3), 161-169.

- Ingsih, K., Wuryani, W., Suhana, S. (2021). The role of work environment, work motivation, and leadership to improve employee performance with job satisfaction as an intervening variable. *Academy of strategic management journal*, 20 (3), 1 - 11.
- Kian, T.S., W. F. W. Yusoff, S. Rajah. (2014). Job satisfaction and motivation: what are the difference among these two?. *European journal of business and social sciences*, Vol. 3 (2), 94-102.
- [Lok, P.](#) and [Crawford, J.](#) (2004). The effect of organisational culture and leadership style on job satisfaction and organisational commitment: a cross-national comparison. [*Journal of Management Development*](#), Vol. 23 (4), 321-338.
- Pawirosumarto, S., Sarjana, P.K., Gunawan, R. (2017). The effect of work environment, leadership style and organizational culture towards job satisfaction and its implication towards employee performance in Parador hotels and resorts, Indonesia. *International journal of law and management*, Vol. 59 (6), 1337-1358.
- Oluseye, O. O., A. O. Amos, O. O. Abiola. (2014). Effect of motivation on job satisfaction of selected sales representativess. *Journal of educational and social research*, Vol. 4 (1), 197-203.
- Panagiotopoulos, G. E. Petta, Z. Karanikola. (2018). The contribution of motivation to job satisfaction: a survey of technological educational institute employees of western greece. *European journal of training and development studies*, Vol. 5 (3), 18-26.
- Pranita, F. M. (2017). Influence of motivation and organizational commitment on work satisfaction and employee performance. *International consortium of education and culture research studies*, Vol.1 (2), 24-31.
- Roeleejanto et al. (2015). Effects of Leadership, Competency, and Work Discipline on the Application of Total Quality Management and Employees' Performance for the Accreditation Status Achievement of Government Hospitals in Jakarta, Indonesia. *Scientific Research Journal (SCIRJ)*, Vol. III, Issue XI, 14-24.
- Shahab, M. A., and Nisa, I. (2014). The Influence of Leadership and work attitudes toward job satisfaction and performance of employee. *International journal of managerial studies and research*, Vol. 2 (5), 69-77.
- Shahzadi I., Javed A., Nasreen S., And Khanam F. (2014) Impact of employee motivation on employee performance. *European journal of business and management*, Vol. 6 (23), 159-166.
- Sudiardhita, K. I. R., Mukhtar, S., Hartono, B., Herlitah, Sariwulan, T., Nikensari, S. I. (2018). The effect of compensation, motivation of employee and work satisfaction to employee performance PT. Bank XYZ (Persero) Tbk. *Academy of Strategic Management Journal*, Vol. 17 (4), 1-14.
- Voon, M.L., Lo, M.C., Ngui, K.S. and Ayob, N.B. (2011). The influence of leadership styles on employees' job satisfaction in public sector organizations in Malaysia. *International Journal of Business, Management and Social Sciences*, Vol. 2 (1), 24-32.

APPLICATION OF LOTUS SEED PODS FOR METHYLENE BLUE REMOVAL

Thi Kieu Ngan TRAN

The Faculty of Environmental and Natural Science, Duy Tan University, 03 Quang Trung, Da Nang, 55000, Vietnam

Van Thuan LE (Correspondence)

Center for Advanced Chemistry, Institute of Research and Development, Duy Tan University, 03 Quang Trung, Da Nang, 55000, Vietnam

The Faculty of Environmental and Natural Science, Duy Tan University, 03 Quang Trung, Da Nang, 55000, Vietnam

ORCID ID: 0000-0002-8787-1129

ABSTRACT

Nowadays, biomass wastes can be promising adsorbents because of their low-cost, environmental friendliness, abundant supply, and high adsorption capacity. Lotus is one of the most popular plants in China, India, and Vietnam. Most parts of the lotus plant, from seeds, leaves to roots, are used widely in pharmaceuticals and foods. However, the lotus seed pods (LSPs) are simply discarded as waste, the accumulation, and decomposition of which can lead to the generation of various microorganisms and chemicals that can pollute the environment. In this study, LSPs were used as an adsorbent for the removal of methylene blue (MB) from aqueous solutions. The raw material was dried, ground to a fine powder and characterized by XRD, FTIR and SEM techniques before use as an adsorbent. The study results demonstrated that LSPs possessed a relatively high adsorption capacity of methylene blue, up to 163.93 mg/g. The experimental conditions for the MB adsorption, such as contact time, amount of adsorbent, and pH, were optimized at 90 min, 6 g/L, and pH6, respectively. The adsorption of MB onto LSPs was described well with both the Langmuir and Freundlich isotherm models.

Keywords: Methylene Blue, lotus seed pods, dye removal, adsorption

ACKNOWLEDGEMENT

This research is funded by Duy Tan University, Da Nang, Vietnam

RISK ASSESSMENT TO NITRATE OF KHANH HOA POPULATION DUE TO RAW VEGETABLE CONSUMPTION

Thuan Anh Nguyen

Faculty of Food technology, Nha Trang University, Nha Trang, Vietnam

Objective

The objective of this study is to estimate the dietary intake of nitrate due to the raw vegetable consumption of the population in Khanh Hoa province, Vietnam.

Methods

The nitrate concentrations in the raw vegetable consumed popularly by the Khanh Hoa population were investigated by molecular absorption spectrometric method. The dietary intake of nitrate was determined by a total diet study.

Results

The results showed that the average nitrate concentration in raw vegetable is equal to $201,8 \pm 13,1$ mg/kg. The nitrate intake was estimated for six subpopulation groups: men and women aged 18–29, 30–54, and ≥ 55 . The dietary intakes of nitrate by the Khanh Hoa population are currently well below the acceptable daily intake (ADI) of nitrate.

Conclusion

It is concluded that no risk exists concerning the levels of exposure of Khanh Hoa consumers to nitrate due to raw vegetable consumption.

Keywords: Risk Assessment, nitrate, raw vegetable, Khanh Hoa province, Vietnam