

# EDU CONFERENCES

## CONFERENCE BOOK

ICHEAS  
4th INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON  
HEALTH, ENGINEERING  
AND APPLIED SCIENCES

April 14 - 16, 2023  
DUBAI



Prof. Dr. Naile Bilgili  
President



[www.educonferences.org](http://www.educonferences.org)

ICHEAS 4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH,  
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

April 14 - 16, 2023 - Dubai

ISBN: 978-625-6393-51-6

ACADEMY GLOBAL PUBLISHING HOUSE



ICHEAS 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH,  
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES  
APRIL 14 - 16, 2023  
DUBAI

**CONGRESS ORGANIZING BOARD**

**Head of Conference: Prof. Dr. Naile Bilgili**

**Head of Organizing Board: Assis. Prof. Dr. Gültekin Gürçay**

**Prof. Dr. Ali Bilgili**

**Prof. Dr. Başak Hanedan**

**Prof. Dr. Hülya Çiçek**

**Prof. Dr. Həcər Hüseynova**

**Assoc. Prof. Dr. Nazilə Abdullazadə**

**Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi**

**Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova**

**Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti**

**Assoc. Prof. Ivaylo Staykov**

**Dr. Mehdi Meskini Heydarlou**

**Aynurə Əliyeva**

**Amaneh Manafidizaji**

*Edited By*

**PROF. DR. NAİLE BİLGİLİ**

*All rights of this book belong to Academy Global Publishing House*

*Without permission can't be duplicate or copied.*

*Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.*

*Academy Global–2023 ©*

Issued: 10.05.2023

**ISBN: 978-625-6393-51-6**

## CONFERENCE ID

---

ICHEAS 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING  
AND APPLIED SCIENCES

### **DATE – PLACE**

APRIL 14 - 16, 2023  
DUBAI

### **ORGANIZATION**

Academy Global Conferences & Journals

### **EVALUATION PROCESS**

All applications have undergone a double-blind peer review process.

### **PARTICIPATING COUNTRIES**

Turkey – Azerbaijan - Australia – Pakistan -France - India – Egypt- Algeria – Myanmar  
- Bosnia and Herzegovina - - Morocco – Japan – Taiwan – Nigeria - Saudi Arabia –  
Iran – Sudan – Cyprus – Germany – Poland – Sweden – Thailand -

### **PRESENTATION**

Oral presentation

### **PERCENTAGE OF PRESENTATION**

45% form Turkey and %55 from other Countreies

### **LANGUAGES**

Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

## Scientific & Review Committee

---

- Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan  
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia  
Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə - Azerbaijan  
Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan  
Prof. Dr. Burcu Semin AKEL - Turkiye  
Prof. Dr. Ali BİLGİLİ - Turkiye  
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ - Turkiye  
Prof. Dr. Başak HANEDAN - Turkiye  
Prof. Dr. Asım KART - Turkiye  
Dr. Öğretim Üyesi Büşra YARANOĞLU - Turkiye  
Dr. Öğretim Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER - Turkiye  
Doç. Dr. Şeyma ÇALIŞKAN ÇAVDAR - Turkiye  
Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia  
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan  
Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan  
Doç. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye  
Doç. Dr. Nurhan AYDIN - Turkiye  
Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye  
Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria  
Prof. Dr. Ali BİLGİLİ - Turkiye  
Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan  
Doç. Dr. Seher DİRİCAN - Turkiye  
Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania  
Doç. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran  
Dr. Gültekin GÜRÇAY - Turkiye  
Dr. Ahmet GÜMÜŞ - Turkiye  
Prof. Dr. Gulzar İBRAGİMOVA - Azerbaijan  
Doç. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan  
Dr. Dody HARTANTO - Indonesia  
Dr. Cihandar HASANHANOĞLU – Turkiye  
Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran  
Prof. Dr. Həcər Hüseynova - Azerbaijan  
Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan  
Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan  
Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan  
Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan  
Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria  
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR - Turkiye  
Doç. Dr. Tüba KARAHİSAR - Turkiye  
Doç. Dr. Mehmet KAYA – Turkiye  
Doç. Dr., İradə Kərimova - Azerbaijan  
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye  
Prof. Dr. Fatma KOÇ - Turkiye

Doç. Dr. F. Gül KOÇSOY - Türkiye  
Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU - Türkiye  
Doç Dr. Elif AKPINAR KÜLEKÇİ – Türkiye  
Prof. Dr. Natalia LATYGINA - Ukraina  
Sonali MALHOTRA - India  
Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan  
Prof. Muntazir MEHDI - Pakistan  
Dr. Amanbay MOLDİBAEV - Kazakhstan  
Doç. Dr. Yaprak I. OZDEMİR - Türkiye  
Assist. Prof. K. R. PADMA – India  
Doç. Dr. Sevinc Sadıqova - Azerbaijan  
Doç. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Türkiye  
Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan  
Doç. Dr. Işık SEZEN - Türkiye  
Doç. Dr. Könül Səmədova - Azerbaijan  
Bhumika SHARMA - India  
Prof. Dr. Sibel SİLİCİ - Türkiye  
Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan  
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia  
Assoc. prof. Ivaylo STAYKOV, Bulgaria  
Doç. Dr. Mine GÖZÜBÜYÜK TAMER - Türkiye  
Doç. Dr. Yeliz KINDAP TEPE - Türkiye  
Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan  
Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia  
Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam  
Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan  
Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia  
Doç. Dr. Ali Korkut ULUDAĞ - Türkiye  
Prof. Dr. Raihan YUSOPH -Philippines  
Prof.Dr. Akbar VALADBİGİ - Iran  
Dr. Yang ZİTONG - China



**ICHEAS 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**  
**ICSHSR 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES**  
**4TH INTERNATIONAL ART MODERN EXHIBITION**  
**APRIL 14 - 16, 2023**  
**DUBAI**

**CONGRESS PROGRAM**  
**Online Presentation**

Join Zoom Meeting

<https://us02web.zoom.us/j/83673277392?pwd=dIRCdkVPTTIZejEzUVJQREhaWm15QT09>

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

Join Zoom Meeting



## IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “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.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

## 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.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

**exp. H-..., S- ... NAME SURNAME**

**15.04. 2023**

**10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:1 SESSION: 1**

**MODERATOR: Prof.Dr. Sezen BOZYİĞİT**

<b>Chems Eddine BOUKHEDIMI</b>	Effect of Age on the newness of solar kit prices in Algeria
<b>Chenyang Liu Cuixia Li</b>	The Effect of Digital Technology on Carbon Efficiency of Dairy Farms in China
<b>Suchismita Ghoshal,</b>	TOWARDS A CRITICAL EXPLANATION OF DIGITAL HUMANITIES HAVING IN DEPTH OUTLOOK FOR ITS CULTURE, ASPECTS, VALUES AND CHALLENGES
<b>Syed Shadab Ali Gillani, Dr Monisa Qadiri</b>	UNDERSTANDING THE ROLE OF SOCIAL MEDIA PR IN TOURISM: A CASE STUDY OF J&K TOURISM
<b>Prof.Dr. Sezen BOZYİĞİT</b>	KADIN TÜKETİCİLERİ KONU ALAN TEZLERİN İÇERİK ANALİZİ YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ
<b>Prof. Dr. Sezen BOZYİĞİT</b>	TÜKETİCİ KİBRİNİN LÜKS TÜKETİM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
<b>Albina Chingiz HASHİMOVA</b>	THE ROLE OF MEDICAL INSURANCE AND EVALUATION MECHANISMS IN THE HEALTH SECTOR OF AZERBAIJAN
<b>Dr. Engin ÜNGÜREN Murathan TUNCER Doç. Dr. Ömer AKGÜN TEKİN</b>	The Effect of Herd Behavior and Risk Aversion on Restaurant Preferences and the Role of Online Reviews
<b>Arş. Gör. Dr. ALİ ÇEVİK Öğr. Gör. Dr. BAHADIR BAYARSLAN</b>	EXAMINATION OF RETRO MARKETING TRENDS OF FOOTBALL TEAMS IN THE TURKISH FOOTBALL SUPER LEAGUE: THE CASE OF BJK, FB, GS, TS



15.04.2023

10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL:2 SESSION: 1

MODERATOR: Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Alperen AVCI

Behnam Kiani Kalejahi	Brain Tumor Area Segmentation of MRI Images using GAN
Behnam Kiani Kalejahi	Brain Tumor Area Segmentation of MRI Images: Review Paper
Uzm. Dr. Hamide Betül Gerik Çelebi	FBN1 GENİNDE NADİR BİR VARYANTA SAHİP OLGU: MOLEKÜLER TANI ALGORİTMASI
Asst. Prof. Emine SARMAN Prof. Dr. Inanc OZGEN	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME CRATAEGUS SPECIES OF ROSACEAE FAMILY ON THE HEART
Öğr. Gör. Dr.,ARZU USLU Doç. Dr.,SELDA ARSLAN	ORAL ANTİKOAGÜLAN TEDAVİ YÖNETİMİ İÇİN HEMŞİRELİK ÖZ YETERLİLİĞİ ÖLÇEĞİ'NİN TÜRKÇEYE UYARLAMA ÇALIŞMASI: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK
Asist. Prof. Dr. Suat TUNCAY Asist. Prof. Dr. Abdullah SARMAN	DETERMINATION OF STUDENT NURSES' EMPATHIC TENDENCIES TOWARDS CHILDREN AND THEIR ATTITUDES TOWARDS REFUGEE CHILDREN: A COMPARATIVE STUDY
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Alperen AVCI	SAMSUN ÜNİVERSİTESİ SAMSUN EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ GENEL CERRAHİ KLİNİĞİNDEKİ ACİL İNKARSERE İNGUİNAL HERNİ DENEYİMLERİMİZ
Assistant Professor, ASLI OKAN OFLAMAZ Associate Professor, ZÜLEYHA DOĞANYİĞİT Associate Professor, SEHER YILMAZ	NEUROPLASTIN, TRAF6, GLUA1, GABA(A) RECEPTOR, AND PMCA EXPRESSIONS IN CORTEX, HIPPOCAMPUS, AND BRAIN STEM IN EXPERIMENTAL EPILEPSY MODEL
Doç. Dr. Özlem Coşkun Dr. Öğr. Üyesi Buket Güngör	THE IMPORTANCE OF BIOMARKERS IN DRUG-INDUCED NEPHROTOXICITY

15.04. 2023

10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL: 3 SESSION: 1

MODERATOR: Dr. Öğr. Üyesi Göksel ULAY

Dr. Öğr. Üyesi Göksel ULAY Doç. Dr. Ümit AYATA	Effects of outdoor conditions on color and glossiness values of Anatolian Chestnut ( <i>Castanea sativa</i> Mill.) wood
Dr. Öğr. Üyesi Göksel ULAY Doç. Dr. Ümit AYATA	Investigation of color parameters in sipo ( <i>Entandrophragma utile</i> ) wood treated with indoor cleaning chemical using different application methods
Dr. BURAK ÖZ	WORK EXPERIENCES OF AFGHANS WORKING in CONSTRUCTION WORKS and THEIR PERCEPTIONS
Enes AVCI Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Gökhan ALTUN	BETONUN ÇÖKME VE BASINÇ DAYANIMININ MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİ KULLANILARAK TAHMİN EDİLMESİ
Dr. Öğr. Üyesi, Okan YELER Öğr. Gör., Nergiz ÜZEL GUNİNİ	SENTINEL-1A RADAR GÖRÜNTÜ SETİ İLE C BAND DESTEKLİ INTERFEROMETRİ UYGULAMASI: KAYSERİ EVRENSEL KİŞ SPORLARI MERKEZİ ÖRNEĞİ
Arş.Gör.Kübra KÜLLAHCİ Prof.Dr.Abdüsselam ATUNKAYNAK	INTEGRATING WAVELET DECOMPOSITION AND STACKING ENSEMBLE LEARNING FOR ACCURATE DAILY RAINFALL FORECASTING
Mutlu Bektaş Canan Şişman Korkmaz Alper Terciyanlı	Elektrik Dağıtım Şebekesinde Meydana Gelecek Kesintilerin Uygun Anahtar Simülasyonu ile Tedarik Sürekliliği İyileştirmesi ve Uygulaması
Doç. Dr. Erkan ARI Prof. Dr. Veysel YILMAZ	The effect of the covid 19 epidemic and environmental and economic benefit perceptions for vehicles on e-scooter usage behaviors
Doç. Dr. Erkan ARI Prof. Dr. Veysel YILMAZ	The Effect of Social Media on Organic Food Purchasing Intention: A Structural Model Proposal
Sedat GOLGİYAZ	ChatGPT in Computer Software Education

**15.04. 2023**

**10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL: 4 SESSION: 1**

**MODERATOR: Assoc. Prof. Qafarova Pərvin Muhəməd qızı**

<b>Ulviyya Aslanova</b>	SUPPORT OF SPIRULINA IN STRESS APPLIED RATS EFFECT ON HEMATOLOGICAL PARAMETERS
<b>Balaxanova Kumru Vasif kızı</b>	MYCOLOGICAL ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF DIFFERENT ENVIRONMENTS IN THE URBAN ENVIRONMENT
<b>Dosent Abdullayeva Təranə Qeys qızı Əliyeva Həlimə Xanəli qızı</b>	“STEAM-BASED LEARNING” AS A WAY TO DEVELOP STUDENTS’ RESEARCH SKILLS
<b>Assoc. Prof. Qafarova Pərvin Muhəməd qızı</b>	THE ROLE OF BIOETHICAL BEHAVIORS IN GROWING A HEALTHY GENERATION
<b>Məmmədova Günel Əlimövsum qızı</b>	PSYCHOLOGICAL DEVELOPMENT AND CONTENT OF CREATIVE THINKING IN STUDENTS

**15.04.2023**

**10: 00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL: 5 SESSION: 1**

**MODERATOR: Assoc. Prof. PINAR MERT CUCE**

<b>Eylem Cagrican GOK Ozgul KELES</b>	ELECTROCHEMICAL DETERMINATION OF HYDROGEN PEROXIDE WITH SILVER NANOPARTICLE DOPED BIOCOMPOSITE
<b>Assoc. Prof. ERDEM CUCE Assoc. Prof. PINAR MERT CUCE Res. Assis. TAMER GUCLU</b>	RENEWABLE ENERGY APPLICATIONS OF THERMOELECTRIC GENERATORS
<b>Assoc. Prof. ERDEM CUCE Assoc. Prof. PINAR MERT CUCE Res. Assis. TAMER GUCLU</b>	THERMOELECTRIC GENERATORS; MATERIAL, DESIGN AND MODELLING
<b>Mr, Harun SEN Assoc. Prof. Dr., Erdem CUCE Assoc. Prof. Dr., Pinar Mert CUCE</b>	NUMERICAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING PARALLEL GROOVES ON FIN PERFORMANCE IN RECTANGULAR FIN DESIGN
<b>Mr, Harun SEN Assoc. Prof. Dr., Erdem CUCE Assoc. Prof. Dr., Pinar Mert CUCE</b>	NUMERICAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF GROOVE GEOMETRY ON FIN PERFORMANCE IN RECTANGULAR BLADE DESIGN

15.04. 2023

10: 30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

<b>HALL:6 SESSION: 1</b>	<b>MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Sanjeev Kumar</b>
<b>Muhammad Yasir Wadood Fatemeh Babaeian</b>	A COMPACT VIA-LESS ULTRA-WIDEBAND MICROSTRIP FILTER BY UTILIZING OPEN-CIRCUIT QUARTER WAVELENGTH STUBS
<b>Muhammad Irfan Aziz Thomas Owens Uzair Khaleeq Uz Zaman</b>	RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR BASED LOCALIZATION OF BLUETOOTH DEVICES USING TRILATERATION: AN IMPROVED METHOD FOR THE VISUALLY IMPAIRED PEOPLE
<b>Mohamed Sanad Noha Hassan</b>	12X12 MIMO TERMINAL ANTENNAS COVERING THE WHOLE LTE AND WIFI SPECTRUM
<b>Sanjeev Kumar</b>	DEVELOPMENT OF MAINTENANCE SCHEDULE AND ROOT CAUSE ANALYSIS BASED ON COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM FOR A FERTILIZER PLANT
<b>Noureddine Seddari Mohamed Belaoued Salah Bougueroua</b>	AGENT/GROUP/ROLE ORGANIZATIONAL MODEL TO SIMULATE AN INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM
<b>Nader A. Al Theeb Zaid Abu Manneh Ibrahim Al-Qadi</b>	OPTIMIZING LOGISTICS FOR COURIER ORGANIZATIONS WITH CONSIDERATIONS OF CONGESTIONS AND PICKUPS: A COURIER DELIVERY SYSTEM IN AMMAN AS CASE STUDY
<b>Manish Gupta</b>	REVISED TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL FRAMEWORK FOR M-COMMERCE ADOPTION
<b>Rusyaizila Ramli Nasriah Zakaria Putra Sumari</b>	PRIVACY ISSUES IN PERVASIVE HEALTHCARE MONITORING SYSTEM: A REVIEW
<b>S.S.Mohanavalli Sheila Anand</b>	SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK
<b>Salama Meghriche Amer Draa Mohammed Boulemden</b>	ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL

**15.04. 2023**

**10: 30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:7 SESSION: 1**

**MODERATOR: Prof. Dr. Goran Popovic**

AHMAD HASHIM MOHD SANI MADON	Objectivity, Reliability and Validity of the 90° Push-Ups Test Protocol Among Male and Female Students of Sports Science Program
DIKE H. OGBUAGU ETSEDE J. ORITSEMATOSAN	Inductions of CaC2 on Sperm Morphology and Viability of the Albino Mice (Mus musculus)
AMR A. FOUAD HAMED A. ALWADAANI IYAD JRESAT	Protective Effect of Thymoquinone against Nephrotoxicity Induced by Cadmium in Rats
LEBARI B. GBOELOH	Occurrence of Adult Taenia saginata in Cattle Slaughtered in Major Abattoirs in Port Harcourt Metropolis, Nigeria
TUN MYAT AUNG NI NI HLA	A Study of General Attacks on Elliptic Curve Discrete Logarithm Problem over Prime Field and Binary Field
HIBA BASIM ALWAN KU RUHANA KU-MAHAMUD	Integrated ACOR/IACOMV-R-SVM Algorithm
GORAN DJUKANOVIC GORAN POPOVIC	Solar-Inducted Cluster Head Relocation Algorithm
MANISH JAIN, DINESH GOPALANI	Automated Java Testing: JUnit versus AspectJ
TSUNEYUKI NAMEKATA YOKO NAMEKATA	Effect of Modification and Expansion on Emergence of Cooperation in Demographic Multi-Level Donor-Recipient Game
RAJAA FILALI MOHAMED BOUHDADI	Modeling and Analyzing the WAP Class 2 Wireless Transaction Protocol Using Event-B

**15.04. 2023**

**10: 30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:8 SESSION:1**

**MODERATOR: Prof. Dr. Yen Chung-Ruey**

**Yahia I. Mohamed  
Ahmed I. Marzouk  
Mohamed A. Yacout**

Isolation And Identification Of Diacylglycerol Acyltransferase Type- 2 (Gat2) Genes From Three Egyptian Olive Cultivars

**Nguyen Minh Tuan  
Yen Chung-Ruey**

Effect Of Various Pollen Sources To Ability Fruit Set And Quality In ‘Long Red B’ Wax Apple

**Jafar Khan Kasi  
Ajab Khan Kasi  
Muzamil Bokhari**

Electrochemical Performance Of Carbon Nanotube Based Supercapacitor

**Mohd Sidek Ahmad  
Zanon Mohd Noor  
Zaidah Zainal Ariffin**

Isolation And Identification Fibrinolytic Protease Endophytic Fungi From Hibiscus Leaves In Shah Alam

**Shweta Kumari  
Parmjit S. Panesar  
Manab B. Bera**

Statistical Modeling For Permeabilization Of A Novel Yeast Isolate For B-Galactosidase Activity Using Organic Solvents

**Ali Mohamadi Sani**

Inhibitory Effect Of Helichrysum Arenarium Essential Oil On The Growth Of Food Contaminated Microorganisms

**Mouna Mallem,  
Majid Thdjane**

Influence Of The Field Type (Mountain And Plain) On The Cupric Status Of Lambs

**15.04. 2023**

**10: 30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:9 SESSION: 1**

**MODERATOR: Prof. Dr. Elena Chernyshkova**

<b>Yasmin Binti Othman Mydin Mohd. Fadzillah Abdul Razak</b>	Cognitive Behaviour Therapy To Treat Social Anxiety Disorder: A Psychology Case
<b>Helmi Adly Mohd Noor Faaizah Shahbodin Nam Che Pee</b>	Serious Game For Autism Children: Review Of Literature
<b>M. Bambulyaka</b>	The Implicit Methods For The Study Of Tolerance
<b>Ana Pauna</b>	Expert Witness Testimony In The Battered Woman Syndrome
<b>Subramaniam Chandran</b>	How Does Psychoanalysis Help In Reconstructing Political Thought? An Exercise Of Interpretation
<b>Abbas Moshref Razavi Rodina Ahmad</b>	Aligning Is Development With Users- Work Habits
<b>Masoud Saeedi Shirin Rahimi Kazerooni Vahid Parvaresh</b>	How Valid Are Our Language Test Interpretations? A Demonstrative Example
<b>Nadeem Akhtar Shan Bo</b>	Cultural Anxiety And Its Impact On Students- Life: A Case Study Of International Students In Wuhan University
<b>Yasmin Binti Othman Mydin Mohd. Fadzillah Abdul Razak</b>	Cognitive Behaviour Therapy To Treat Social Anxiety Disorder: A Psychology Case
<b>Helmi Adly Mohd Noor Faaizah Shahbodin Nam Che Pee</b>	Serious Game For Autism Children: Review Of Literature



**15.04. 2023**

**10: 30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:10 SESSION: 1**

**MODERATOR: Emad Javadzadeh**

<b>Ibrahim Abdel Gadir Malik Dafalla Siddig Dafalla Abdelazim Ibrahim</b>	Rock Slope Stabilization And Protection For Roads And Multi-Storey Structures In Jabal Omar, Saudi Arabia
<b>Iorgos Hadjichristou</b>	Hybrid Living: Emerging Out Of The Crises And Divisions
<b>Ramin Javadzadeh Emad Javadzadeh</b>	Locating Critical Failure Surface In Rock Slope Stability With Hybrid Model Based On Artificial Immune System And Cellular Learning Automata (Cla-Ais)
<b>Ahmed T. Farid Muhammed Rizwan</b>	Prediction Of In Situ Permeability For Limestone Rock Using Rock Quality Designation Index
<b>Reza Ziaie Moayed Hamidreza Rahmani</b>	Effect Of Nano-Sio2 Solution On The Strength Characteristics Of Kaolinite
<b>Irfan Ahmad Tahir Siddiqui Rashid Ahmad Khan Tahir Munir Butt</b>	Root Growth Of Morus Alba As Affected By Size Of Cuttings And Polythene Low Tunnel
<b>Beate Niemann Fabian Pramel</b>	Renewed Urban Waterfront: Spatial Conditions Of A Contemporary Urban Space Typology

**15.04. 2023**

**10: 30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:11 SESSION: 1**

**MODERATOR: AGATA KOWALSKA**

<b>PARCHAMI A. FATAHIAN DEHKORDI RF</b>	SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS
<b>ISMAIL I. ABO GHANEMA KADRY M. SADEK</b>	OLIVE LEAVES EXTRACT RESTORED THE ANTIOXIDANT PERTURBATIONS IN RED BLOOD CELLS HEMOLYSATE IN STREPTOZOTOCIN INDUCED DIABETIC RATS
<b>AHMAD KHALESIZADEH ALIREZA VAKILI MOHSEN DANESH MESGARAN REZA VALIZADEH</b>	THE EFFECTS OF GARLIC OIL (ALLIUM SATIVA), TURMERIC POWDER (CURCUMA LONGA LINN) AND MONENSIN ON TOTAL APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN BALOOCHI LAMBS
<b>AGATA KOWALSKA RADOSŁAW K. KOWALSKI ZDZISŁAW ZAKĘŚ</b>	THE EFFECT OF SELECTIVE CYCLOOXYGENASE (COX) INHIBITORS ON JAPANESE MEDAKA (ORYZIAS LATIPES) REPRODUCTION PARAMETERS
<b>ALI NOURI EMAMZADEH</b>	THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCRETA VISCOSITY AND TMEN IN SBM
<b>E. RAMARAJ, A. PADMAPRIYA</b>	PRAGATI NODE POPULARITY (PNP) APPROACH TO IDENTIFY CONGESTION HOT SPOTS IN MPLS
<b>S. ASADZADEH VOSTAKOLAEI</b>	EFFECT OF L-ARGININE ON NEUROMUSCULAR TRANSMISSION OF THE CHICK BIVENTER CERVICIS MUSCLE

15.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL: 1 SESSION: 2

MODERATOR: . Assoc. Prof. Dr., NİLAY ERDEM AYYILDIZ

Sashka Jovanovska, PhD  
Marija Tashkoska, M.A

DEDICATED TO CREATION OF DICTIONARIES

Assoc. Prof. Dr., NİLAY ERDEM AYYILDIZ

REVISITING “BEAUTY AND THE BEAST” IN ANGELA CARTER AND EMMA DONOGHUE’S PARODIES

Doktora Öğrencisi Cengiz AĞLAR  
Doç. Dr. Aysel ARSLAN  
Doktora Öğrencisi Ahmet Furkan ŞAHBAZ

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN İNGİLİZCE DERSİNE YÖNELİK TUTUMLARI

Doktora Öğrencisi Ahmet Furkan ŞAHBAZ  
Doç. Dr. Aysel ARSLAN  
Doktora Öğrencisi Cengiz AĞLAR

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN İNGİLİZCE DİL BECERİLERİNE YÖNELİK ÖZ-YETERLİKLERİ

Prof. Dr. Oğuzhan SEVİM  
Öğr. Gör. Ali UZUN

TÜRKÇEYİ YABANCI DİL OLARAK ÖĞRENENLERİN TÜRKÇEYE MARUZİYET İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİ

Prof. Dr. Oğuzhan SEVİM  
Öğr. Gör. Ali UZUN

FARKLI YÖNTEM VE TEKNİKLERİN DENENDİĞİ YABANCILARA TÜRKÇE ÖĞRETİMİ KONULU LİSANSÜSTÜ ÇALIŞMALARDAKİ EĞİLİMLER

15.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL: 2 SESSION: 2

MODERATOR: . Prof. Dr. M. Kayhan KURTULDU

DOÇ. DR. KÜBRA BAYSAL

POEMS OF THE HEART AND SOUL: “ELEGY V”, “THE BLOSSOM” AND “SONG, SWEETEST LOVE” BY JOHN DONNE

Prof. Dr. M. Kayhan KURTULDU  
Fatih ÖZCAN

PİYANO EĞİTİMİNDE HIZ DEĞİŞİMLERİNİN ANLAMLANDIRMAYA DAYALI HİKÂYELER İLE ÖĞRETİLMESİ

Prof. Dr. M. Kayhan KURTULDU  
Eda Asya AKSU

PİYANODA PLANLI ÖRGÜTLEME STRATEJİSİ VE YENİ ESER ÖĞRENMEDE ETKİSİ

Assoc. Prof. Şiruyə Azədəliyeva

THE ROLE OF HAYDER ALIYEV IN THE DEVELOPMENT OF EDUCATION IN AZERBAIJAN

YL. Öğrencisi AYSUN BOZTEKİN  
TAYINLAMAK

CAI GUO QIANG’A AİT “SESSİZCE” ADLI ESERİN GÖSTERGEBİLİMSEL ÇÖZÜMLEMESİ

Öğr. Gör., DERYA AYDIN  
Doç. Dr., GÜLSÜM SONGÜL ERCAN

PRAGMATIC FUNCTIONS OF CLAUSAL REPETITIONS IN TURKISH DAILY SPOKEN DISCOURSE

15.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

**HALL: 3**

**SESSION: 2**

**MODERATOR: Prof. Dr. SERTİF DEMİR**

<b>Prof. Dr. SERTİF DEMİR</b>	REASONS WHY THE WAR BETWEEN RUSSIAN AND UKRAINE WILL NOT END SOON
<b>Prof. Dr. SERTİF DEMİR</b>	Environmentalism In Turkey
<b>Doç.Dr. Taner BİLGİN Mücahit KAYABAŞI</b>	CLOSING TURK OCAGI AND LIQUIDATION OF THE GOODS OF BİLECİK TURK OCAGI
<b>Prof. Dr. İhsan ÇAPCIOĞLU Aygün ALİYEVA</b>	INTERNATIONAL REFLECTIONS OF SOCIAL ASSISTANCE AND SOLIDARITY CULTURE: THE EXAMPLE OF AZERBAIJAN AND TURKEY
<b>Mehmet ALTUNTAŞ</b>	USİNG ARTİFİCİAL İNTELLİGENCE İN VİSUAL DEİSİGN
<b>Rıdvan KARAHAN</b>	EVRENSEL BİR GÖRSEL İLETİŞİM ARACI OLARAK PİKTOGRAMLARIN GÜNLÜK HAYATI DÜZENLEMEDEKİ YERİ
<b>Dr. Yusuf BULUTLU</b>	İSTİHSAN TANIMLARININ DEĞİŞİMİ VE MAKÂSİDLA İLİŞKİSİ
<b>Dr. Öğr. Üyesi İsmail YILMAZ</b>	İSLAM HUKUKU AÇISINDAN NİSA 34. AYET EKSENİNDE AİLE İÇİ PROBLEMLERİN ÇÖZÜMÜ
<b>Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade</b>	HAYDAR ALIYEV ABOUT THE UNITY OF THE PEOPLE WITH ARMY

15.04.2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

**HALL: 4**

**SESSION: 2**

**MODERATOR: Doç. Dr., Serpil SAVCI**

**Doç. Dr., Güllü KIRAT**  
**Doç. Dr., Serpil SAVCI**

FAYLARLA İLİŞKİLİ JEOTERMAL SİSTEMLER VE ÇEVRESEL SORUNLARI

**Doç. Dr., Serpil SAVCI**  
**Doç. Dr., Güllü KIRAT**

ALÜMİNYUMUN ÇEVRESEL ETKİLERİ

**Samet UYSAL**  
**Aytunç ATEŞ**

AGING AND LAYER EFFECT ON CHARACTERISTICS PROPERTIES OF TiO<sub>2</sub> THIN FILMS GROWN BY SOL-GEL SPIN COATING (SGSC) METHOD

**Samet UYSAL**  
**Aytunç ATEŞ**

MOLARITY AND LAYER EFFECT ON THE STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF TiO<sub>2</sub> FILMS GROWN BY SOL-GEL SPIN COATING (SGSC) METHOD

**Araş. Gör., Osman ÖZENÇ**  
**Doç. Dr., Mirali NURALİYEV**  
**Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif DÜNDAR**  
**Doç. Dr. Davut Erdem ŞAHİN**

NUMERICAL INVESTIGATION OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF HEMP PARTICLE-ADDED ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE (ABS) THERMOPLASTIC BIOCOMPOSITES

**Araş. Gör., Osman ÖZENÇ**  
**Doç. Dr., Mirali NURALİYEV**  
**Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif DÜNDAR**  
**Doç. Dr. Davut Erdem ŞAHİN**

EXPERIMENTAL MODAL ANALYSIS OF NATURAL FIBER REINFORCED ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE (ABS) THERMOPLASTIC BIOCOMPOSITES

15.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

**HALL: 5      SESSION: 2      MODERATOR:      Assoc. Prof. Dr. İmran ASLAN**

<b>Assoc. Prof. Dr. İmran ASLAN</b>	YIKIM İŞLERİNDE VE DEPREM SONRASINDA YIKILAN BİNALARDA ASBEST TEHLİKESİ VE 2022 YILINDA ÇIKARILAN BİNALARIN YIKILMASI HAKKINDAKİ YÖNETMELİĞİN UYGULANMASI VE ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR
<b>Dr. Öğr. Üyesi, HATİCE POLAT Doç. Dr. İMRAN ASLAN</b>	BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ SOSYAL MEDYA KULLANIMI VE BAĞIMLILIĞI ARAŞTIRMASI: COVID-19 SALGINI DÖNEMİ YÜZ YÜZE EĞİTİME TEKRAR GEÇİŞ SÜRECİ
<b>Öğr. Gör. Dr., TUĞBA DUZCU Öğr. Gör. Dr., YASEMİN ÖZEL</b>	ACİL SERVİS HEMŞİRELERİNİN MADDE BAĞIMLILIĞI DEĞERLENDİRMELERİ
<b>Öğr. Gör. Dr., TUĞBA DUZCU Öğr. Gör. Dr., YASEMİN ÖZEL</b>	ACİL SERVİSLERDE DAVRANIŞSAL SAĞLIK DURUMLARI
<b>Res. Assist. Merve KAHRAMAN Assoc. Prof. Dr. Ahmet Duran ATAŞ</b>	CAN ARTHROBOPHOBIA/ENTOMOPHOBIA INCREASE IN PEOPLE AFTER EARTHQUAKE?
<b>Doktor Öğretim Üyesi OSMAN ÖZTÜRK Doç. Dr. ZÜLEYHA DOĞANYİĞİT Doç. Dr. SEHER YILMAZ</b>	GIDA BOYASINA MARUZ KALMIŞ RAT MODELİNDE TARTRAZİNİN EMBRİYOTOKSİK VE TERATOJENİK ETKİSİ
<b>Assist. Prof. Dr. Gülsüm GÜNDOĞDU</b>	SYSTEMIC PROBLEM: OBSTETRIC VIOLENCE
<b>Dr. Kürşat YEMEZ</b>	EVALUATION OF PATIENTS UNDERWENT TRANSPERITONEAL ADRENALECTOMY: A SINGLE CENTER EXPERIENCE
<b>Res. Assist. BÜŞRA GÜRÇAY Assoc. Prof. FERİDE TAŞKIN YILMAZ</b>	APPROACH TO DISEASES ACCORDING TO GENDER VARIABLE: YENTL SYNDROME
<b>Assoc. Prof. İlknur ÖZKAN Assoc. Prof. FERİDE TAŞKIN YILMAZ</b>	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF DOCTORAL THESIS MADE IN THE FIELD OF INTERNAL DISEASES NURSING

**15.04. 2023**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Passcode: 14160423**

**HALL:6**

**SESSION: 2**

**MODERATOR: Nidhi Gadura**

**Majeed Mohammed Midhin  
Clare Finburgh**

TOM STOPPARD: THE AMORALITY OF THE ARTIST

**YESUSELVI MANICKAM  
TAN SOON CHIN**

ASSESSMENT ON COMMUNICATION STUDENTS' INTERNSHIP PERFORMANCES FROM THE EMPLOYERS' PERSPECTIVE

**AHMED USMAN EGYE  
HAMZA MUHAMMAD**

ANALYSIS OF POVERTY REDUCTION STRATEGIES AS MECHANISM FOR DEVELOPMENT IN NIGERIA FROM 1999-2019

**SAMIA AIT  
ALI YAHIA**

THE CAVE PAINTINGS OF LIBYC INSCRIPTIONS OF TIFRA, KABYLIA, ALGERIA

**NAEEM AHMED**

SOCIAL WORK PRACTICE TO LABOUR WELFARE: A PROPOSED MODEL OF FIELD WORK PRACTICUM AND ROLE OF SOCIAL WORKER IN INDIA

**SAYANTAN KHANRA  
ROJERS P. JOSEPH**

ADOPTION AND DIFFUSION OF E-GOVERNMENT SERVICES IN INDIA: THE IMPACT OF USER DEMOGRAPHICS AND SERVICE QUALITY



**15.04. 2023**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Passcode: 14160423**

**HALL:7 SESSION: 2**

**MODERATOR: Nicole S. McKinney**

<b>Dr. Hassan Attahiru Gwandu</b>	WEST AFRICAN ISLAMIC CIVILIZATION: SOKOTO CALIPHATE AND SCIENCE EDUCATION
<b>Phd. Prakash Singh</b>	TEACHERS' PERCEPTIONS OF THE NEGATIVE IMPACT OF TOBEPHOBIA ON THEIR EMOTIONS AND JOB SATISFACTION
<b>Natalia Marulanda Grisales</b>	KNOWLEDGE MANAGEMENT AS TOOL FOR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS
<b>Shahlan Surat Saemah Rahman Saadiyah Kummin</b>	INQUIRY ON THE IMPROVEMENT TEACHING QUALITY IN THE CLASSROOM WITH META-TEACHING SKILLS
<b>TURKI Affralotaibi</b>	THE NEW EDUCATORS: THE REASONS FOR SAUDI ARABIA TO INVEST MORE IN STUDENT COUNSELING PROGRAMS
<b>Prof. Dr. Vladimíra Hornáčková</b>	THE IMPACT OF DRAMA EDUCATION ON CREATIVITY DEVELOPMENT AT PRESCHOOL CHILDREN
<b>Yveta Pohnětalová</b>	IDEAL SCHOOL OF THE FUTURE FROM THE PARENTS' VIEW: QUANTITATIVE RESEARCH OF FACULTY OF EDUCATION OF THE UNIVERSITY OF HRADEC KRÁLOVÉ

**15.04. 2023**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Passcode: 14160423**

**HALL:8 SESSION: 2**

**MODERATOR: Eleftherios Giovanis**

<b>George Yungchih Wang</b>	THE APPLICATION OF REAL OPTIONS TO CAPITAL BUDGETING
<b>Paitoon Kraipornsak</b>	IMPACT OF GOVERNMENT SPENDING ON PRIVATE CONSUMPTION AND ON THE ECONOMY: CASE OF THAILAND
<b>Amilia Hasbullah, Wan Zahari Wan Yussof, Maziah Ismail</b>	A PROPOSAL OF COMMUNITY BASED FACILITY MANAGEMENT PERFORMANCE (CBFM) IN THE EDUCATION SYSTEM OF BATUBARA DISTRICT IN INDONESIA
<b>Tomáš Brabenec</b>	CERTAIN IMPORTANT ASPECTS OF COST CONTRIBUTION ARRANGEMENTS IN FINANCIAL MANAGEMENT
<b>Eleftherios Giovanis</b>	APPLICATION OF ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM IN THE PREDICTION OF ECONOMIC CRISIS PERIODS IN USA
<b>Kazuhide Sugiyama, Hiroshi Osada</b>	INTEGRATION PROCESS OF INDUSTRIAL DESIGN AND ENGINEERING DESIGN
<b>Maarit Valo, Pertti Hurme</b>	ATTRIBUTIONS BY TEAM MEMBERS FOR TEAM OUTCOMES IN FINNISH WORKING LIFE
<b>Haksoon Kim</b>	DOES CORPORATE GOVERNANCE OR TRANSPARENCY AFFECT FOREIGN DIRECT INVESTMENT?
<b>Shahin Dezdar, Sulaiman Ainin</b>	ERP IMPLEMENTATION SUCCESS IN IRAN: EXAMINING THE ROLE OF SYSTEM ENVIRONMENT FACTORS
<b>Linda Sau-ling LAI</b>	SOCIAL COMMERCE – E-COMMERCE IN SOCIAL MEDIA CONTEXT
<b>Alireza Faed, David Forbes</b>	IMPACT OF CUSTOMER MANAGEMENT SYSTEM IN IMPROVING CUSTOMER RETENTION: OPTIMIZATION OF NEGATIVE CUSTOMER FEEDBACK

**15.04. 2023**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Passcode: 14160423**

**HALL:9**

**SESSION: 2**

**MODERATOR: Oluwatosin A. Ijabadeniyi**

<b>Savita Ahlawat Dhian Kaur</b>	FOOD SECURITY IN INDIA: A CASE STUDY OF KANDI REGION OF PUNJAB
<b>Nouf Saad Alnassar, Susan Grant, Ray Holland</b>	DESIGN MANAGEMENT APPLICATIONS TO IMPROVE WORK ENVIRONMENT FOR FEMALE ACADEMICS IN SAUDI ARABIA
<b>Sam Moshaver</b>	EXPANDING AFFORDABLE HOUSING THROUGH INCLUSIONARY ZONING IN THE CITY OF TORONTO
<b>Oluwatosin A. Ijabadeniyi</b>	FOOD SAFETY CULTURE PARAMOUNT THAN TRADITIONAL FOOD SAFETY SYSTEM AND FOOD SAFETY CULTURE IN SOUTH AFRICAN FOOD INDUSTRIES
<b>Sedat Cereci</b>	ROLE OF DIRECTOR'S PHILOSOPHICAL APPROACH IN CINEMATOGRAPHIC EXPRESSION
<b>Yvonne T. Haigh</b>	CONFLICT, CONFUSION, CHOICE: A PHENOMENOLOGICAL APPROACH TO ACTS OF CORRUPTION
<b>Amruta Khairnar, Joy Sen</b>	PLANNING FOR MINIMIZATION OF SOCIOECONOMIC INEQUALITIES WITHIN VIDARBHA REGION, MAHARASHTRA, INDIA
<b>Nuraddin Sadykov, Altynai Zhussipova, Omirkhan Abdimanuly</b>	KAZAKH LITERATURE IN EMIGRATION AND WORKS OF MAZHIT AITBAYEV
<b>M. Nogaibayeva, Zh. Kumganbayev</b>	FEATURES OF FOLLOWING THE CUSTOMS AND TRADITIONS IN TURKESTAN IN THE LATE XIXTH AND EARLY XXTH CENTURIES

**15.04. 2023**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Passcode: 14160423**

**HALL:10 SESSION: 2**

**MODERATOR: Anne A. Christopher**

Alzahrani.M.E, Goodwin.R.D	TOWARDS A UTAUT-BASED MODEL FOR THE STUDY OF EGOVERNMENT CITIZEN ACCEPTANCE IN SAUDI ARABIA
Dominykas Broga	CAN WE SECURE SECURITY?
Noor Sulastry Yurni Ahmad , Ki-Soo Eun	THE RISE OF NATIONALISM AMONG SOUTH KOREAN YOUTH AND DEMOCRACY: AN ANALYSIS
Vincent Fromentin	MIGRATION AND UNEMPLOYMENT DURATION: THE CASE OF THE OECD COUNTRIES
Anne A. Christopher	DEIXIS AND PERSONALIZATION IN AD SLOGANS
Noor Mohammad	NEED TO IMPLEMENT THE ENVIRONMENTAL ACCOUNTING EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: AN OVERVIEW
Tariq Rahim Soomro, Muhammad Sarwar	GREEN COMPUTING: FROM CURRENT TO FUTURE TRENDS

**15.04. 2023**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:11 SESSION: 2**

**MODERATOR: Sholpan Zhandossova,**

SUN MEI, Nagata KATSUYA, Onoda HIROSHI	CORPORATE SUSTAINABLE DEVELOPMENT ASSESSMENT BASE ON THE CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY
Madina KENZHEGARANOVA, Aibol MUKHSIYNOV, Houman SANANDAJI	STATE PROGRAMS ANALYSIS AND SOCIAL CRISIS MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: A DESCRIPTIVE STUDY
Pavel JANAK	APPLICATION OF MOTIVATIONAL FACTORS FOR UPLOADING FILMS TO WEBSITES ULOZTO.NET AND PIRATEBAY.ORG
Sholpan ZHANDOSSOVA, ERDEN ORDABEK, YELBOLSYN NAZAROV	THE NATIONAL SECURITY ASSURANCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
Roelien GOEDE	A CRITICAL SOCIAL RESEARCH PERSPECTIVE ON SELF-DIRECTED LEARNING AND INFORMATION TECHNOLOGY PRACTITIONERS
James MOIR	STUDENTS, KNOWLEDGE AND EMPLOYABILITY
Karen ARMSTRONG	MANAGING YOUR ONLINE REPUTATION: ISSUES OF ETHICS, TRUST AND PRIVACY IN A WIRED, “NO PLACE TO HIDE“ WORLD
SIROUS PANAH JASON WATSON HELEN PARTRIDGE	SOCIAL MEDIA AND TACIT KNOWLEDGE SHARING: DEVELOPING A CONCEPTUAL MODEL

**15.04. 2023**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:12 SESSION: 2**

**MODERATOR: Sholpan Zhandossova,**

<b>ÅSA SMEDBERG</b>	TO DESIGN HOLISTIC HEALTH SERVICE SYSTEMS ON THE INTERNET
<b>ELHAM RASTEGARI AMIRMASOOD RAHMANI SAEED SETAYESHI</b>	PERVASIVE COMPUTING IN HEALTHCARE SYSTEMS
<b>S.S.MOHANAVALLI SHEILA ANAND</b>	SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK
<b>ALIREZA SHIRVANI SHADI EBRAHIMI MEHRABANI</b>	EXPLORING THE APPLICATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FACTORS IN ESFAHAN UNIVERSITY'S MEDICAL COLLEGE
<b>SALAMA MEGHRICHE, AMER DRAA MOHAMMED BOULEMDEN</b>	ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL
<b>KIRANMAI S.RAI</b>	NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY
<b>MAHMOOD AHMAD, GHULAM MURTAZA SONIA KHILJEE MUHAMMAD ASADULLAH MADNI</b>	VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN
<b>SANAE KAEWNOPPARAT NATTHA KAEWNOPPARAT</b>	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS

**15.04. 2023**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:13 SESSION: 2**

**MODERATOR: Sholpan Zhandossova,**

<b>KHOLOD M. ABUALNAJA</b>	NUMERICAL TREATMENT OF MATRIX DIFFERENTIAL MODELS USING MATRIX SPLINES
<b>AHMAD THANYAN AL-SULTAN</b>	AIRPORT CHECK-IN OPTIMIZATION BY IP AND SIMULATION IN COMBINATION
<b>SHIKHA MAHESHWARI AMIT SRIVASTAVA</b>	APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY CROSS ENTROPY MEASURE IN DECISION MAKING FOR MEDICAL DIAGNOSIS
<b>KUMAR NEERAJ RANJAN HALDAR</b>	PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE (PANI)-PLATINUM NANOCOMPOSITE
<b>KALU RAM MEENA ADITI KAR GANGOPADHYAY</b>	ESTIMATION OF THE MEAN OF THE SELECTED POPULATION
<b>AHMAD ALHAWARAT MUSTAFA MAMAT MOHD RIVAIE ISMAIL MOHD</b>	A NEW MODIFICATION OF NONLINEAR CONJUGATE GRADIENT COEFFICIENTS WITH GLOBAL CONVERGENCE PROPERTIES
<b>MOHSEN ZAHRAEI</b>	SOME RESULTS ON THE GENERALIZED HIGHER RANK NUMERICAL RANGES

16.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL:1 SESSION: 1

MODERATOR: Öğr. Gör. Dr., Fatma Zehra GENÇ

Nesrin DURSUN Nevcihan TERZİ	EFFECTS OF COSMETIC PRODUCTS ON HUMAN AND ENVIRONMENTAL HEALTH
Arş. Gör. Sümeyra YILMAZ Arş. Gör. Şeyma Nur HEPOKUR	EXPERIENCES OF WORKER CARE PROVIDERS OF ELDERLY INDIVIDUALS WITH CHRONIC DISEASE
Yüksek Lisans Öğrencisi, Zeyneb KAHRAMAN Dr. Öğrt Üyesi, Keriman YÜRÜTEN ÖZDEMİR	GREEN ENVIRONMENT FORMATION: ENVIRONMENTAL AND WORKER HEALTH RISKS OF GREEN ENERGY
Assist. Prof. Dr. BİRSEL MOLU Assist. Prof. Dr. PINAR TUNÇ TUNA Assist. Prof. Dr. ALEV YILDIRIM KESKİN	THE IMPACT OF HAPPINESS AT WORK ON THE QUALITY OF LIFE OF SHIFT NURSES
Öğr. Gör. Dr., Fatma Zehra GENÇ Öğr. Gör Suzan YILDIZ Prof. Dr. Naile BİLGİLİ	YAŞA BAĞLI DEĞİŞİM FARKINDALIĞI ÖLÇEĞİNİN TÜRKÇEYE UYARLANMASI VE PSIKOMETRİK TESTİ
Öğr. Gör. Dr., Fatma Zehra GENÇ Öğr. Gör Suzan YILDIZ Prof. Dr. Naile BİLGİLİ	TÜRKİYE'DE AFETLERE YÖNELİK KULLANILAN ÖZ BİLDİRİME DAYALI ÖLÇÜM ARAÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: LİTERATÜR DERLEMESİ
Öğr. Gör. Dr., Sema YİYİT DOĞAN	OPTIMIZATION OF THE LYOPHYLIZATION PROCESS USED FOR PRESERVATION OF MICROORGANISMS



16.04.2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

**HALL:2 SESSION: 1**

**MODERATOR: Prof. Dr. Naile BİLGİLİ**

<b>LATİFE CEYDA İRKİN ŞAMİL ÖZTÜRK</b>	MAVİ-YEŞİL ALGLERİN TOKSİK ETKİLERİ
<b>ŞAMİL ÖZTÜRK LATİFE CEYDA İRKİN</b>	NÖRODEJENERATİF HASTALIKLARDA FUKOİDAN'IN KORUYUCU ROLÜ
<b>Arş. Gör. Edanur ÇAK ÜÇLER Prof. Dr. Naile BİLGİLİ</b>	GERİATRİK HASTAYA BAKIMDA KÜLTÜRLERARASI YAKLAŞIM
<b>Arş. Gör. SEMANUR ÇELİK DEMİRYÜREK Prof. Dr. NAİLE BİLGİLİ</b>	TÜRKİYE'DE HEMŞİRELİK ALANINDA MİNDFULNESS TEMELLİ YAKLAŞIM KULLANILARAK YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ
<b>Öğr. Gör. MUHAMMED YILDIZ Doç. Dr. MEHMET ÇEBİ</b>	SPORCULARDA AYAK BİLEĞİ MİKRO TRAVMALARI SONRASI EGZERSİZ YAKLAŞIMLARI: SİSTEMATİK DERLEME
<b>Öğr. Gör. MUHAMMED YILDIZ Doç. Dr. MEHMET ÇEBİ</b>	FUTBOLCULARDA DİZ YARALANMALARINDA ÖN ÇAPRAZ BAĞIN ETKİLENMESİNİ AZALTAN ANTRENMAN YÖNTEMLERİ: SİSTEMATİK DERLEME
<b>Nuray SATILMIŞ, Pelin AVCI, Akan BAYRAKDAR Işık BAYRAKTAR</b>	A Study on Social Media Addiction of Faculty of Sport Sciences Students

16.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL:3	SESSION: 1	MODERATOR: Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN
Prof. Dr. ALİ BİLGİLİ Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN	NEOSPOROSIS IN CATS AND DOGS AND TREATMENT CHOICES	
Zeynep ŐENDUR Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN	SUCUL CANLILARDA MUKUS VE SOLUNUM	
Sıla YUNMAK Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN	BAZI CANLI ORGANİZMALARDA KÖRELMİŞ ORGANLAR VE FİZYOLOJİK EVRİMLERİ	
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU	BAZI DOĞAL AFETLERİN TARIM SEKTÖRÜNE OLAN OLASI ETKİLERİ	
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU	BÖCEKLERDE ÖNEMLİ BİR SAVUNMA MEKAZİZMASI: TAKLİTCİLİK	
Dr. Öğr. Üyesi MELTEM AVAN	COMBINED USE OF BIOCONTROL AGENTS WITH CHEMICAL FUNGICIDES IN CONTROLLING PLANT FUNGAL DISEASES	
Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN	INTEGRATED CONTROLLING METHODS AGAINST DISEASES DETECTED IN GREENHOUSE GROWING	

16.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL:4	SESSION: 1	MODERATOR: Prof. Dr. Mehmet Musa Özcan
Prof. Dr. Mehmet Musa Özcan Assoc. Prof. Dr. Nurhan Uslu	EFFECT OF MICROWAVE DEHYDRATION ON BIOACTIVE COMPOUNDS, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND POLYPHENOL PROFILES OF FRESH WILD PEAR FRUITS	
Prof. Dr. Mehmet Musa Özcan Assoc. Prof. Dr. Nurhan Uslu	EFFECT OF DRYING ON BIOACTIVE COMPOUNDS, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND PHENOLIC COMPOUNDS OF FRESH DILL (ANETHUM GRAVEOLENS L.) LEAVES	
ŞÜKRÜ ASLAN CANDAN TAN	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COPPER ON BIOLOGICAL DENITRIFICATION IN BATCH UNITS	
MUSTAFA ÖZTÜRK ŞÜKRÜ ASLAN ALİ ALHRAİSHAWİ	NUTRIENT RECOVERY FROM WASTEWATERS BY STRUVITE PRECIPITATION	
Çevre Mühendisi GÖZDE ACAR Doç. Dr. HAKAN ÇELEBİ	MUZ YALANCI GÖVDE ATIKLARININ SEKTÖR BAZLI DEĞERLENDİRİLMESİ	
Çevre Mühendisi EMRE BAŞEKİN Doç. Dr. HAKAN ÇELEBİ	MADENİ ATIK YAĞLARIN GERİ DÖNÜŞÜM VE GERİ KAZANIMI: SEKTÖREL DAĞILIM	

16.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL:5	SESSION: 1	MODERATOR : Assist. Prof. Merdin DANIŞMAZ
Djaber Bouhafara Younes Menail Farouk Mesrafet	REVIEW OF TEMPERATURES AND SEAWATER ABSORPTION EFFECTS ON PROPERTIES OF POLYESTER/GLASS	
B.Sc. Student, BAHADIR SAHIN DEMIR Asst. Prof., SAHIN GUNGOR	ENERGY CONSUMPTION OF AN INDUSTRIAL HEAT RECOVERY VENTILATION NETWORK FOR A R&D OFFICE	
Assist. Prof. Merdin DANIŞMAZ	THE EFFECT OF WATER AND BORON NANO FLUID AND ELBOW STRUCTURE ON THERMAL PERFORMANCE FOR CONSTANT HEAT FLOW LIMIT CONDITION IN LOW REYNOLD NUMBERS ELBOW PIPE FLOW	
Assist. Prof. Merdin DANIŞMAZ	2D SIMULATION OF AIR RECIRCULATION IN COUNTERFLOW GRAIN DRYERS	
Mevra ASLAN ÇAKIR	FOSFAT TAMPONLU TUZ ÇÖZELTİSİNDE OKSİT KAPLI Tİ6AL4V ALAŞIMININ KOROZYON DİRENCİ	
Dr. ÜMİT YILDIZ	SPATIAL DISTRIBUTION OF THE RADON SOIL GAS CONCENTRATIONS NEAR A SMALL TOWN AND A URANIUM MINE, WESTERN BLACK HILLS, WYOMING, UNITED STATES	
Dr. ÜMİT YILDIZ	KINEMATIC ANALYSIS OF HIGH-PRESSURE LOW-TEMPERATURE BLUESCHIST FACIES ROCKS NEAR ORHANELİ, BURSA PROVINCE, TÜRKİYE	
Dr. AYKUT FATİH GÜVEN	FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNDEN BESLENEN SÜREKLİ MIKNATISLI DOĞRU AKIM MOTORUNU KONTROL EDEN KESİR DERECELİ PID KONTROLÖR PARAMETRELERİNİN JAYA OPTİMİZASYON ALGORİTMASI İLE AYARLANMASI	
Assoc. Prof., SUHEYLA KOCAMAN PhD student, MELISA TEMİZ PhD student, MURAT IŞIK Prof. Dr., GULNARE AHMETLI Assoc. Prof., AYHAN ABDULLAH CEYHAN Şeyma KARAKAYA	IMPROVEMENT OF FLAMMABILITY PROPERTIES OF NEW EPOXY COMPOSITES BY USING ALUMINUM HYDROXIDE WITH BORON-DERIVED COMPOUNDS	
Elem Terzioğlu Gülşen Akman	LEAN LINE DESIGN IN ASSEMBLY LINES AND EXAMINATION IN THE WHITE GOODS INDUSTRY	

16.04. 2023

14: 00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Meeting ID: 836 7327 7392

Passcode: 14160423

HALL:6

SESSION: 1

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Fuat YETİŞSİN

Mustafa DAĞ  
Zehra Gülten YALÇIN  
Ercan AYDOĞMUŞ

PRODUCTION OF WASTE GLASS WOOL REINFORCED POLYESTER COMPOSITE AND INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Assist. Prof. Dr. Fuat YETİŞSİN

EXOGENOUS ACETONE O-(2-NAFTYLSULFONIL)OXIME ALLEVIATES THE ADVERSE EFFECTS OF SALT STRESS BY INCREASING THE PHENOLIC CONTENT AND ACTIVATING THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN MAİZE

Yük. Kim. NURULLAH ÖZDOĞAN  
Çev. Yük. Müh. HAVVA AĞIR  
Dr. AHMED ALBAHNASAWI  
Dr. ERCAN GÜRBULAK,  
Doç. Dr. MURAT EYVAZ  
Prof. Dr. EBUBEKİR YÜKSEL

EXAMINATION OF THE CALORIFIC VALUES OF SHIP WASTE OIL DEWATERING PRODUCTS AND THEIR USE IN ENERGY RECOVERY

Yük. Kim. NURULLAH ÖZDOĞAN  
Çev. Yük. Müh. HAVVA AĞIR  
Dr. AHMED ALBAHNASAWI  
Dr. ERCAN GÜRBULAK,  
Doç. Dr. MURAT EYVAZ  
Prof. Dr. EBUBEKİR YÜKSEL

PRETREATMENT OF BILGE WATER BY DIFFERENT FLOCCULANTS

Zeynep KANAT  
Doç. Dr. Filiz BORAN  
Doç. Dr. Nihan KAYA

TİCARİ AKTİF KARBONUN YÜZEY MODİFİKASYONUNA YENİ BİR YAKLAŞIM: YÜKSEK SICAKLIKTA TERMAL STRES

**16.04. 2023**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:7**

**SESSION: 1**

**MODERATOR: Tamara Djurickovic MSc**

**Hastuti Saptorini**

OCCUPANTS- BEHAVIOR AND SPATIAL IMPLICATIONS OF RIVERFRONT RESIDENTIAL IN YOGYAKARTA, INDONESIA

**Charru Malhotra,  
Girija Krishnaswamy**

CITIZENS- EXPECTATIONS FROM RURAL TELECENTRES: A CASE STUDY OF IMPLEMENTATION OF COMMON SERVICE CENTRES IN MUSHEDPUR VILLAGE, HARYANA, INDIA

**Mirjana Radman-Funarić,  
Katarina Potnik Galić**

RESEARCH OF POTENTIAL CLUSTER DEVELOPMENT IN PANNONIAN CROATIA

**Suleiman Obeidat,  
Adnan Bashir,  
Wisam Abu Jadayil**

THE IMPORTANCE OF CLASS ATTENDANCE AND CUMULATIVE GPA FOR ACADEMIC SUCCESS IN INDUSTRIAL ENGINEERING CLASSES

**Suzana Basaruddin,  
Haryani Haron,  
Siti Arpah Noodin**

DEVELOPING OMS IN IHL

**Rachelle Bosua,  
Nina Evans**

SOCIAL NETWORKS AND ABSORPTIVE CAPACITY

**Tamara Djurickovic MSc**

FROM E-GOVERNMENT TO E-DEMOCRACY CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR DEVELOPMENT IN MONTENEGRO

**Abdel-Samad M. Ali**

SPATIAL THINKING ISSUES: TOWARDS RURAL SOCIOLOGICAL RESEARCH AGENDA IN THE THIRD MILLENNIUM

**16.04. 2023**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:8 SESSION:1**

**MODERATOR: Ana Hol**

<b>Prakash Singh</b>	LEARNERS' VIOLENT BEHAVIOUR AND DRUG ABUSE AS MAJOR CAUSES OF TOBEPHOBIA IN SCHOOLS
<b>Juha Kettunen</b>	CO-AUTHORSHIP NETWORKS OF SCIENTIFIC COLLABORATION
<b>Valeda Dent</b>	IMPACT OF FOUR READING AND LIBRARY FACTORS ON THE GRADE AVERAGE OF UGANDAN SECONDARY SCHOOL STUDENTS: A QUANTITATIVE STUDY
<b>Mahmoud I. Syam, Osama K. El-Hafy</b>	THE BEST METHODS OF MOTIVATING AND ENCOURAGING THE STUDENTS TO STUDY: A CASE STUDY
<b>Eleni Ioanna Levantinou</b>	THE EFFECT OF ICONIC AND BEAT GESTURES ON MEMORY RECALL IN GREEK'S FIRST AND SECOND LANGUAGE
<b>Iva Košek Bartošová</b>	DEVELOPMENT OF ELEMENTARY LITERACY IN THE CZECH REPUBLIC
<b>Ana Hol</b>	STUDENTS AS GLOBAL CITIZENS: LESSONS FROM THE INTERNATIONAL STUDY TOUR
<b>Teresa Coffman, Mary Beth Klinger</b>	PROSPECTIVE CLASS TEACHERS- COMPUTER EXPERIENCES AND COMPUTER ATTITUDES
<b>Nancy Jennings, Chris Collins</b>	VIRTUAL OR VIRTUALLY U: EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN SECOND LIFE
<b>Glenda A. Gunter</b>	THE EFFECTS OF THE IMPACT OF INSTRUCTIONAL IMMEDIACY ON COGNITION AND LEARNING IN ONLINE CLASSES

**16.04. 2023**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:9**

**SESSION: 1**

**MODERATOR: Subramaniam Chandran**

**Fariba Haghbin,  
Othman Bin Ibrahim,  
Mohammad Reza Attarzadeh Niaki**

KNOWLEDGE RELATIONSHIP MODEL AMONG USER IN VIRTUAL COMMUNITY

**Hasimah Sapiri  
Anton Abdulbasah Kamil,  
Razman Mat Tahar,  
Hanafi Tumin**

DYNAMICS SIMULATION APPROACH IN ANALYZING PENSION EXPENDITURE

**Norma Rodrigues Gomes**

KNOWLEDGE MANAGEMENT APPLIED TO FORENSIC SCIENCES

**Amir Hossein Davami, A<  
li Gholami,  
Ebrahim Panahpour**

THE USED OF ENVIRONMENTAL ETHICS IN METHODS AND TECHNIQUES OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

**Asim Tanvir,  
Numera Razaqat**

ADOPTABILITY ISSUES OF GPS IN PUBLIC SECTOR IN PAKISTAN

**Marzieh Mokhtaripour**

SYSTEMS AND SOFTWARE SAFETY AND SECURITY

**Shoureshe Kanani,  
Hassan Zandi**

A STUDY OF THE DAMAGES TO HISTORICAL MONUMENTS DUE TO CLIMATIC FACTORS AND AIR POLLUTION AND OFFERING SOLUTIONS

**Subramaniam Chandran**

HOW DO POLITICIANS RECOVER THEIR COSTS? THE POLITICAL ECONOMY OF REPRESENTATIVE DEMOCRACY IN INDIA

**Claude Alavoine**

ETHICS IN NEGOTIATIONS: THE CONFRONTATION BETWEEN REPRESENTATION AND PRACTICES



**16.04.2023**  
**Meeting ID: 836 7327 7392**

**14: 30 - 16: 30 Time zone in Turkey (GMT+3)**  
**Passcode: 14160423**

**HALL:10 SESSION: 1**

**MODERATOR: Siavash Asadi Ghajarloo**

<b>Nancy Ling Sze Leung</b>	The Low-fertility problem in Hong Kong: Do Mainlanders- Births Help to Rejuvenate Low-fertility Problem?
<b>Teodora Bakardjieva Galya Gercheva</b>	Knowledge Management and e-Learning –An Agent-Based Approach
<b>Muhammad Wajid Tahir Rubina Kauser Majid Ali Tahir</b>	Brain Drain of Doctors; Causes and Consequences in Pakistan
<b>Subramaniam Chandran</b>	From Separatism to Coalition: Variants in Language Politics and Leadership Pattern in Dravidian Movement
<b>Mahboubeh Molaee</b>	Knowledge Management Model for Managing Knowledge among Related Organizations
<b>Abbas Moshref Razavi, Rodina Ahmad</b>	Users- Motivation and Satisfaction with IS
<b>Jamalodin Alvani Fardin Boustani, Omid Tabiee, Masoud Hashemi</b>	The Effects of Human Activity in Yasuj Area on the Health of Stream City
<b>Siavash Asadi Ghajarloo</b>	Mining Implicit Knowledge to Predict Political Risk by Providing Novel Framework with Using Bayesian Network
<b>Nor'Aini Yusof, Ismael Younis Abu-Jarad</b>	The Organizational Innovativeness of Public-Listed Housing Develo
<b>Tingan Tang, Kimmo Karhu, Matti Hamalainen</b>	Community Innovation in Sustainable Development: A Cross Case Study

**16.04. 2023**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL:11**

**SESSION: 1**

**MODERATOR: Maral Mohamadi Zanjani**

<b>Michael Lissack</b>	WHEN EXPLANATIONS “CAUSE” ERROR: A LOOK AT REPRESENTATIONS AND COMPRESSIONS
<b>Lilac Al Safadi, Rana Abu Nafesa, Regina Garcia</b>	COURSE ADOPTION OF MS TECHNOLOGIES – CASE STUDY
<b>Maria Satya Rani, Fandy Tjiptono, Suyoto</b>	INTERNET: A NEW MEDIUM TO PROMOTE TRADITIONAL DANCES IN INDONESIA
<b>Aida Amirazodi</b>	IRANIAN BAZAARS: THE ILLUSTRATION OF STABLE THOUGHTS
<b>Zaiton Samdin, Kasimu Abdu Bakori, Hamimah Hassan</b>	FACTORS INFLUENCING ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PRACTICES AMONG HOTELS IN MALAYSIA
<b>Helen P. Greatrex</b>	ROBUST HUMAN RIGHTS GOVERNANCE: DEVELOPING INTERNATIONAL CRITERIA
<b>Senian Malie, Oriah Akir</b>	DETERMINANTS FOR SUCCESS IN EXPATRIATION OF MALAYSIAN INTERNATIONAL CORPORATIONS
<b>Maral Mohamadi Zanjani</b>	ECOTOURISM, EXPANSION, ALONGSIDE WITH DOMINANT FUNCTION OF KHARK (KHARG) AND KHARKO ISLANDS
<b>Shafiq ur Rehman, Jane-Lisa Coughlan</b>	DESIGN AESTHETICS OF MOBILE INTERFACE
<b>Yimeng Deng, Klarissa T.T. Chang</b>	A DESIGN FRAMEWORK FOR EVENT RECOMMENDATION IN NOVICE LOW-LITERACY COMMUNITIES
<b>Nurmukhambetov Ardak</b>	SOCIAL AGGRAVATIONS DURING THE PERIOD OF MEDIEVAL WARS IN EUROPE

**16.04. 2023**

**14: 30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)**

**Meeting ID: 836 7327 7392**

**Passcode: 14160423**

**HALL: 12**

**SESSION: 1**

**MODERATOR: Surinder Deswal**

<b>Surinder Deswal, Mahesh Pal</b>	ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BASED MODELING OF EVAPORATION LOSSES IN RESERVOIRS
<b>Surinder Deswal</b>	OXYGEN TRANSFER BY MULTIPLE INCLINED PLUNGING WATER JETS
<b>Mahmoud M. S. Albattah</b>	OPTIMIZATION OF THE CHARACTERISTIC STRAIGHT LINE METHOD BY A “BEST ESTIMATE” OF OBSERVED, NORMAL ORTHOMETRIC ELEVATION DIFFERENCES
<b>Sandeep Sharma, Sarabjit Singh, Meenakshi Sharma</b>	PERFORMANCE ANALYSIS OF LOAD BALANCING ALGORITHMS
<b>Janhavi Inamdar, S.K. Singh</b>	PHOTOCATALYTIC DETOXIFICATION METHOD FOR ZERO EFFLUENT DISCHARGE IN DAIRY INDUSTRY: EFFECT OF OPERATIONAL PARAMETERS
<b>Mohammad Reza Ghasemi, Amin Ghorbani</b>	APPLICATION OF WAVELET NEURAL NETWORKS IN OPTIMIZATION OF SKELETAL BUILDINGS UNDER FREQUENCY CONSTRAINTS
<b>Yogesh Aggarwal</b>	MODELING OF REINFORCEMENT IN CONCRETE BEAMS USING MACHINE LEARNING TOOLS
<b>Ahmad Munawar</b>	PUBLIC TRANSPORT REFORM IN INDONESIA, A CASE STUDY IN THE CITY OF YOGYAKARTA

## EDU ART MODERN 4th INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION

<b>Ahmet HARMANCI</b>	İsimsiz/ Anonymous
<b>Ahmet DEMİR</b>	Enkaz
<b>Ahu Fatma MANGIR</b>	<b>Karışık</b>
<b>Aysun Boztekin Tayınlamak</b>	Çocuklarım (My Kids)
<b>Ayşe Yerebakan</b>	Rene Magritte'ye Saygı: Boş İmza / Homage to Rene Magritte: Blank Signature
<b>Ayşegül Türk</b>	Bağlam Üzerine Düşünceler
<b>Beyza Purtaş</b>	<b>Döngü</b>
<b>Ceylan KATAR</b>	Düşlerimin Ricası/ My dreams request
<b>Ceyda SIKI</b>	Denizden Serisi 1
<b>Ceyda SIKI</b>	Denizden Serisi 2
<b>Ecem HATİPOĞLU KİRİŞ</b>	The Hanged Man
<b>Emine KOCA</b>	<b>Papatya</b>
<b>Emine BATAR</b>	Uyku
<b>Emel Uzuner</b>	Öznellik

<b>Emel ÇENET</b>	İsimsiz
<b>Erdem ÇAĞLA</b>	From the hell
<b>Esra OK ZÖHRA</b>	Mavi Yolculuk
<b>Ezgi TOKDİL</b>	Abstract Composition
<b>Eren GÖRGÜLÜ</b>	İsimsiz
<b>Fatma KAYA</b>	Doğuş / Nativity
<b>Fatma Koç</b>	<b>Zamanın Ruhü</b>
<b>Fatma Berna AKALIN</b>	ONLAR/ THEY
<b>Fazilet CEYHANLI</b>	BATHALA
<b>Fırat Demir</b>	<b>Ölümün Gizemi / Mystery of Death</b>
<b>Fidan Tonza Helvacıkara</b>	<b>Başka Bir Yol / Another Way</b>
<b>HALE YILMAZ GÖZENE</b>	Güz/ Autumn
<b>HAMİDE SOYSAL DEMİRCİ</b>	<b>Azize</b>
<b>Hatice ELVER</b>	<b>Çiçek bahçesi</b>
<b>Kader BEDİRCAN ALTIN</b>	"Mahremiyet" / "Privacy"
<b>Kasım ATLI</b>	Ölümün Yüzü/ Face of Death
<b>Kemal SAĞLAM</b>	Türk Mimarisinde Sanatçının Yeri
<b>Mehmet ALTUNTAŞ</b>	PERSONA
<b>Metin Kar</b>	<b>Figür/figure</b>

<b>Müzeyyen AYGÜN</b>	<b>Umut</b>
<b>Nazan ÖZCAN</b>	<b>TOPKAPI SARAYI HAZİNE KAPISI / TOPKAPI PALACE TREASURE GATE</b>
<b>Nermin ÖZCAN ÖZER</b>	<b>Hiç</b>
<b>Nilay Özsavaş Uluçay</b>	<b>in-line</b>
<b>Rozelin Aras</b>	<b>Kendini Törpüle</b>
<b>Rıdvan KARAHAN</b>	<b>Siyaset</b>
<b>Özge BODUR</b>	<b>BATININ ZAMANI</b>
<b>Özge BODUR</b>	<b>Doğunun Melekleri</b>
<b>Özlem KAYA</b>	<b>New Zeland</b>
<b>Özlem Gürpınar</b>	<b>İsimsiz/ Anonymous</b>
<b>Saffet ÇİNAR</b>	<b>Deformasyon</b>
<b>Saniye Subaş Öner</b>	<b>Çeşmenin simgeleri / Symbols of Çeşme</b>
<b>Saniye Subaş Öner</b>	<b>Urla'nın simgeleri / Symbols of Urla</b>
<b>Serdar KORKMAZ</b>	<b>AY VE GÜNEŞ 2</b>
<b>Serdar KORKMAZ</b>	<b>KEMANKEŞİN HAYALİ</b>
<b>Sema ÖZHAN</b>	<b>Karanlıkta renkler/ colors in the dark</b>
<b>SEMRA ÇEVİK</b>	<b>İsimsiz</b>
<b>S. Çiğdem Koçak</b>	<b>Okyanus</b>

<b>Salimeh AMANJANI</b>	<b>Geri Dönüş/ Return</b>
<b>Şeref KOCAMAN</b>	İsimsiz
<b>Ulviye Özönder Aydın</b>	<b>6 ŞUBAT</b>
<b>Ulviye Özönder Aydın</b>	<b>DÜŞ</b>
<b>Ünal BASTABAN</b>	<b>Küreselleş (me)! 20</b>
<b>Valide PAŞAYEVA</b>	<b>Bakış”/ “Look</b>
<b>Yücel Yazgın</b>	HAMİTKÖY
<b>Yücel Yazgın</b>	KALAVASOS
<b>Yüksel GÖĞEBAKAN</b>	<b>10 nokta 0</b>
<b>Zeynep Kaya</b>	Kontrast 2/Contrast 2
<b>Zeynep Kaya</b>	Kontrast 1/Contrast 1

## Contents

“STEAM ƏSASLI TƏLİM“ ŞAĞIRDLƏRDƏ TƏDQIQATÇILIQ BACARIQLARININ İNKİŞAF ETDİRİLMƏSİ YOLU KİMİ .....	1
KENTSEL ORTAMDA FARKLI ORTAMLARIN EKOLOJİK DURUMUNUN MİKOLOJİK DEĞERLENDİRMƏSİ... 7	
SAĞLAM NƏSLİN YETİŞMƏSİNDƏ BİOETİK DAVRANIŞLARIN ROLU.....	12
ŞAĞIRDLƏRDƏ YARADICI TƏFƏKKÜRÜN PSİKOLOJİ İNKİŞAFI VƏ MƏZMUNU .....	18
FARKLI UYGULAMA YÖNTEMLERİ KULLANILARAK İÇ MEKÂN TEMİZLİK KİMYASALI İLE MUAMELE EDİLMİŞ SİPO ( <i>Entandrophragma utile</i> ) ODUNUNDA RENK PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI.....	24
ANADOLU KESTANESİ ( <i>Castanea sativa</i> Mill.) ODUNUNDA RENK VE PARLAKLIK DEĞERLERİ ÜZERİNE DİŞ ORTAM ŞARTLARININ ETKİLERİ .....	32
BETONUN ÇÖKME VE BASINÇ DAYANIMININ MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİ KULLANILARAK TAHMİN EDİLMƏSİ.....	42
SENTINEL-1A RADAR GÖRÜNTÜ SETİ İLE C BAND DESTEKLİ INTERFEROMETRİ UYGULAMASI: KAYSERİ EVRENSEL KIŞ SPORLARI MERKEZİ ÖRNEĞİ.....	55
MİKROORGANİZMALARIN MUHAFAZASINDA KULLANILAN LİYOFİLİZASYON İŞLEMİNİN OPTİMİZASYONU .....	67
BRAIN TUMOR AREA SEGMENTATION OF MRI IMAGES: REVIEW PAPER.....	76
BRAIN TUMOR AREA SEGMENTATION OF MRI IMAGES USING GAN .....	77
<i>FBN1</i> GENİNDE NADİR BİR VARYANTA SAHİP OLGU: MOLEKÜLER TANI ALGORİTMASI.....	78
ORAL ANTİKOAGÜLAN TEDAVİ YÖNETİMİ İÇİN HEMŞİRELİK ÖZ YETERLİLİĞİ ÖLÇƏĞİ’NİN TÜRKÇEYE UYARLAMA ÇALIŞMASI: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK.....	79
ÖĞRENCİ HEMŞİRELERİN ÇOCUKLARA YÖNELİK EMPATİK EĞİLİMLERİ İLE MÜLTECİ ÇOCUKLARA YÖNELİK TUTUMLARININ BELİRLENMESİ: KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA.....	81
SAMSUN ÜNİVERSİTESİ SAMSUN EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ GENEL CERRAHİ KLİNİĞİNDEKİ ACİL İNKARSERE İNGUİNAL HERNİ DENEYİMLERİMİZ .....	84
DENEYSEL EPİLEPSİ MODELİNDE KORTEKS, HİPOKAMPUS VE BEYİN SAPINDA NÖROPLASTİN, TRAF6, GLUA1, GABA(A) RESEPTÖRÜ VE PMCA İFADELERİ.....	88
İLAÇ KAYNAKLI NEFROTOKSİSİTEDE BİYOBELİRTEÇLERİN ÖNEMİ.....	90
E-SCOOTER KULLANIM DAVRANIŞLARINA COVID 19 SALGINI İLE ARAÇLARA YÖNELİK ÇEVRESEL VE EKONOMİK YARAR ALGILARININ ETKİSİ .....	97
SOSYAL MEDYANIN ORGANİK GIDA SATIN ALMA NİYETİNE ETKİSİ: BİR YAPISAL MODEL ÖNERİSİ ....	105
CHATGPT IN COMPUTER SOFTWARE EDUCATION.....	114
INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME CRATAEGUS SPECIES OF ROSACEAE FAMILY ON THE HEART .....	126
ELECTROCHEMICAL DETERMINATION OF HYDROGEN PEROXIDE WITH SILVER NANOPARTICLE DOPED BIOCOSMOSITE .....	133
RENEWABLE ENERGY APPLICATIONS OF THERMOELECTRIC GENERATORS .....	135
THERMOELECTRIC GENERATORS; MATERIAL, DESIGN AND MODELLING .....	141





NUMERICAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING PARALLEL GROOVES ON FIN PERFORMANCE IN RECTANGULAR FIN DESIGN .....	146
NUMERICAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF GROOVE GEOMETRY ON FIN PERFORMANCE IN RECTANGULAR FIN DESIGN .....	152
A COMPACT VIA-LESS ULTRA-WIDEBAND MICROSTRIP FILTER BY UTILIZING OPEN-CIRCUIT QUARTER WAVELENGTH STUBS .....	158
RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR BASED LOCALIZATION OF BLUETOOTH DEVICES USING TRILATERATION: AN IMPROVED METHOD FOR THE VISUALLY IMPAIRED PEOPLE .....	159
DEVELOPMENT OF MAINTENANCE SCHEDULE AND ROOT CAUSE ANALYSIS BASED ON COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM FOR A FERTILIZER PLANT .....	160
12X12 MIMO TERMINAL ANTENNAS COVERING THE WHOLE LTE AND WIFI SPECTRUM .....	161
SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK .....	162
AGENT/GROUP/ROLE ORGANIZATIONAL MODEL TO SIMULATE AN INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM	163
A STUDY OF GENERAL ATTACKS ON ELLIPTIC CURVE DISCRETE LOGARITHM PROBLEM OVER PRIME FIELD AND BINARY FIELD .....	164
Integrated ACOR/IACOMV-R-SVM Algorithm .....	165
SOLAR-INDUCTED CLUSTER HEAD RELOCATION ALGORITHM .....	166
AUTOMATED JAVA TESTING: JUNIT VERSUS ASPECTJ .....	167
MODELING AND ANALYZING THE WAP CLASS 2 WIRELESS TRANSACTION PROTOCOL USING EVENT-B .....	168
EFFECT OF MODIFICATION AND EXPANSION ON EMERGENCE OF COOPERATION IN DEMOGRAPHIC MULTI-LEVEL DONOR-RECIPIENT GAME .....	169
ISOLATION AND IDENTIFICATION OF DIACYLGLYCEROL ACYLTRANSFERASE TYPE- 2 (GAT2) GENES FROM THREE EGYPTIAN OLIVE CULTIVARS .....	170
EFFECT OF VARIOUS POLLEN SOURCES TO ABILITY FRUIT SET AND QUALITY IN 'LONG RED B' WAX APPLE .....	171
ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON NANOTUBE BASED SUPERCAPACITOR .....	172
STATISTICAL MODELING FOR PERMEABILIZATION OF A NOVEL YEAST ISOLATE FOR B-GALACTOSIDASE ACTIVITY USING ORGANIC SOLVENTS .....	173
INFLUENCE OF THE FIELD TYPE (MOUNTAIN AND PLAIN) ON THE CUPRIC STATUS OF LAMBS .....	174
IMPROVEMENT OF FLAMMABILITY PROPERTIES OF NEW EPOXY COMPOSITES BY USING ALUMINUM HYDROXIDE WITH BORON-DERIVED COMPOUNDS .....	175
FAYLARLA İLİŞKİLİ JEOTERMAL SİSTEMLER VE ÇEVRESEL SORUNLAR .....	177
ALÜMİNYUMUN ÇEVRESEL ETKİLERİ .....	187
EXPERIMENTAL MODAL ANALYSIS OF NATURAL FIBER REINFORCED ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE (ABS) THERMOPLASTIC BIOCOMPOSITES .....	193
NUMERICAL INVESTIGATION OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF HEMP PARTICLE-ADDED ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE (ABS) THERMOPLASTIC BIOCOMPOSITES .....	205

BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ SOSYAL MEDYA KULLANIMI VE BAĞIMLILIĞI ARAŞTIRMASI: COVID-19 SALGINI DÖNEMİ YÜZ YÜZE EĞİTİME TEKRAR GEÇİŞ .....	217
YIKIM İŞLERİNDE VE DEPREM SONRASINDA YIKILAN BİNALARDA ASBEST TEHLİKESİ VE 2022 YILINDA YÜRÜRLÜĞE GİREN BİNALARIN YIKILMASI HAKKINDAKİ YÖNETMELİĞİN UYGULANMASI VE ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR .....	229
CAN ARTHROBOPHOBIA/ENTOMOPHOBIA INCREASE IN PEOPLE AFTER EARTHQUAKE?.....	245
GIDA BOYASINA MARUZ KALMIŞ RAT MODELİNDE TARTRAZİNİN EMBRİYOTOKSİK VE TERATOJENİK ETKİSİ .....	247
SİSTEMİK SORUN: OBSTETRİK ŞİDDET .....	248
KOZMETİK ÜRÜNLERİN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ .....	250
YEŞİL ÇEVRE OLUŞUMU: YEŞİL ENERJİNİN ÇEVRE VE ÇALIŞAN SAĞLIĞI AÇISINDAN RİSKLERİ .....	257
VARDİYALI ÇALIŞAN HEMŞİRELERDE İŞTE MUTLULUĞUN YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ.....	269
TÜRKİYE’DE AFETLERE YÖNELİK KULLANILAN ÖZ BİLDİRİME DAYALI ÖLÇÜM ARAÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: LİTERATÜR DERLEMESİ .....	276
YAŞA BAĞLI DEĞİŞİM FARKINDALIĞI ÖLÇEĞİNİN TÜRKÇEYE UYARLANMASI VE PSİKOMETRİK TESTİ	291
TÜRKİYE’DE HEMŞİRELİK ALANINDA MİNDFULNESS TEMELLİ YAKLAŞIM KULLANILARAK YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ/ <i>INVESTIGATION OF POSTGRADUATE THESES CONDUCTED USING MINDFULNESS-BASED APPROACH IN NURSING IN TURKEY</i> .....	293
EXERCISE APPROACHES AFTER ANKLE MICROTRAUMA IN ATHLETES: A SYSTEMATIC REVIEW .....	309
FUTBOLCULARDA DİZ YARALANMALARINDA ÖN ÇAPRAZ BAĞIN ETKİLENMESİNİ AZALTAN ANTRENMAN YÖNTEMLERİ: SİSTEMATİK DERLEME .....	316
ACİL SERVİS HEMŞİRELERİNİN MADDE BAĞIMLILIĞI DEĞERLENDİRMELERİ.....	330
ACİL SERVİSLERDE DAVRANIŞSAL SAĞLIK DURUMLARI.....	338
İÇ HASTALIKLARI HEMŞİRELİĞİ ALANINDA YAPILAN DOKTORA TEZLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ	348
HASTALIKLARA CİNSİYET DEĞİŞKENİNE GÖRE YAKLAŞIM: YENTL SENDROMU.....	358
KRONİK HASTALIĞI OLAN YAŞLI BİREYLERİN ÇALIŞAN BAKIM VERİCİLERİNİN DENEYİMLERİ .....	366
TOXIC EFFECTS OF BLUE-GREEN ALGAE .....	380
NÖRODEJENERATİF HASTALIKLARDA FUKOİDAN’IN KORUYUCU ROLÜ.....	385
GERİATRİK HASTAYA BAKIMDA KÜLTÜRLERARASI YAKLAŞIM .....	390
Kedi ve Köpeklerde Neosporozis ve Sağaltım Seçenekleri .....	397
BAZI CANLI ORGANİZMALARDA KÖRELMİŞ ORGANLAR VE FİZYOLOJİK EVRİMLERİ .....	400
SUCUL CANLILARDA MUKUS VE SOLUNUM .....	405
BAZI DOĞAL AFETLERİN TARIM SEKTÖRÜNE OLAN OLASI ETKİLERİ .....	410
BÖCEKLERDE ÖNEMLİ BİR SAVUNMA MEKAZİZMASI: TAKLİTCİLİK (MİMİKİRİ) .....	424
BİTKİ FUNGAL HASTALIKLARLA MÜCADELEDE BİYOKONTROL AJANLARIN KİMYASAL FUNGİSİTLERLE KOMBİNE KULLANIMI .....	437
SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TESPİT EDİLEN HASTALIKLARA KARŞI ENTEGRE MÜCADELE YÖNTEMLERİ	447

TAZE DEREOTU ( <i>ANETHUM GRAVEOLENS</i> L.) YAPRAKLARININ BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİ, ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ VE FENOLİK BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE KURUTMANIN ETKİSİ.....	456
MİKRODALGA DEHİDRASYONUNUN TAZE YABANI ARMUT MEYVELERİNİN BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİ, ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ VE POLİFENOL PROFİLLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.....	473
BİYOLOJİK DENİTRİFİKASYONA BAKIR ETKİSİNİN KESİKLİ ÜNİTELERDE İNCELENMESİ.....	486
MUZ YALANCI GÖVDE ATIKLARININ SEKTÖR BAZLI DEĞERLENDİRİLMESİ .....	496
MADENİ ATIK YAĞLARIN GERİ DÖNÜŞÜM VE GERİ KAZANIMI: SEKTÖREL DAĞILIM.....	497
ATIKSULARDAN STRUVİT ÇÖKTÜRME İLE NUTRİENT GERİ KAZANIMI .....	498
STRES UYGULANAN RATLARDA SPİRULİNA DESTEĞİNİN HEMATOLOJİK PARAMETRELERE ETKİSİ ....	510
THE ROLE OF MEDICAL INSURANCE AND EVALUATION MECHANISMS IN THE HEALTH SECTOR OF AZERBAIJAN .....	518
ROCK SLOPE STABILIZATION AND PROTECTION FOR ROADS AND MULTI-STOREY STRUCTURES IN JABAL OMAR, SAUDI ARABIA.....	533
HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS .....	534
Locating Critical Failure Surface in Rock Slope Stability with Hybrid Model Based on Artificial Immune System and Cellular Learning Automata (CLA-AIS) .....	535
PREDICTION OF IN SITU PERMEABILITY FOR LIMESTONE ROCK USING ROCK QUALITY DESIGNATION INDEX.....	536
Effect of Nano-SiO <sub>2</sub> Solution on the Strength Characteristics of Kaolinite .....	537
ROOT GROWTH OF MORUS ALBA AS AFFECTED BY SIZE OF CUTTINGS AND POLYTHENE LOW TUNNEL .....	538
RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY.....	539
SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS .....	540
OLIVE LEAVES EXTRACT RESTORED THE ANTIOXIDANT PERTURBATIONS IN RED BLOOD CELLS HEMOLYSATE IN STREPTOZOTOCIN INDUCED DIABETIC RATS .....	541
THE EFFECTS OF GARLIC OIL ( <i>ALLIUM SATIVA</i> ), TURMERIC POWDER ( <i>CURCUMA LONGA</i> LINN) AND MONENSIN ON TOTAL APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN BALOOCHI LAMBS.....	542
THE EFFECT OF SELECTIVE CYCLOOXYGENASE (COX) INHIBITORS ON JAPANESE MEDAKA ( <i>ORYZIAS LATIPES</i> ) REPRODUCTION PARAMETERS.....	543
THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCRETA VISCOSITY AND TMEN IN SBM .....	544
PRAGATI NODE POPULARITY (PNP) APPROACH TO IDENTIFY CONGESTION HOT SPOTS IN MPLS ....	545
Effect of L-Arginine on Neuromuscular Transmission of the Chick Biventer Cervicis Muscle .....	546
TO DESIGN HOLISTIC HEALTH SERVICE SYSTEMS ON THE INTERNET .....	547
PERVASIVE COMPUTING IN HEALTHCARE SYSTEMS.....	548
SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK.....	549
EXPLORING THE APPLICATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FACTORS IN ESFAHAN UNIVERSITY'S MEDICAL COLLEGE.....	550

ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL.....	551
NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY .....	552
VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN.....	553
FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS .....	554
NUMERICAL TREATMENT OF MATRIX DIFFERENTIAL MODELS USING MATRIX SPLINES .....	555
APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY CROSS ENTROPY MEASURE IN DECISION MAKING FOR MEDICAL DIAGNOSIS.....	556
PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE (PANI)-PLATINUM NANOCOMPOSITE ...	557
ESTIMATION OF THE MEAN OF THE SELECTED POPULATION.....	558
A NEW MODIFICATION OF NONLINEAR CONJUGATE GRADIENT COEFFICIENTS WITH GLOBAL CONVERGENCE PROPERTIES .....	559
SOME RESULTS ON THE GENERALIZED HIGHER RANK NUMERICAL RANGES .....	560
ENERGY CONSUMPTION OF AN INDUSTRIAL HEAT RECOVERY VENTILATION NETWORK FOR AN R&D OFFICE .....	561
FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNDEN BESLENEN SÜREKLİ MİKNATISLI DOĞRU AKIM MOTORUNU KONTROL EDEN KESİR DERECELİ PID KONTROLÖR PARAMETRELERİNİN JAYA OPTİMİZASYON ALGORİTMASI İLE AYARLANMASI.....	575
GEMİ ATIK YAĞI SUSUZLAŞTIRMA ÜRÜNLERİNİN KALORİFİK DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ VE ENERJİ GERİ KAZANIMINDA KULLANIMI .....	588
SİNTİNE SUYUNUN FARKLI YUMAKLAŞTIRICILAR İLE ÖN ARITIMI.....	591
TİCARİ AKTİF KARBONUN YÜZEY MODİFİKASYONUNA YENİ BİR YAKLAŞIM: YÜKSEK SICAKLIKTA TERMAL STRES.....	594
INTEGRATING WAVELET DECOMPOSITION AND STACKING ENSEMBLE LEARNING FOR ACCURATE DAILY RAINFALL FORECASTING .....	603
FOSFAT TAMPONLU TUZ ÇÖZELTİSİNDE OKSİT KAPLI Tİ6AL4V ALAŞIMININ KOROZYON DİRENCİ.....	621
DÜŞÜK REYNOLD SAYILARINDAKİ DİRSEKLİ BORU AKIŞINDA SABİT ISI AKISI SINIR KOŞULU İÇİN SU VE $Al_2O_3$ NANO AKIŞKANIN VE DİRSEK YAPISININ ISIL PERFORMANSA ETKİSİ .....	629
KARŞIT AKIŞLI TAHİL KURUTUCULARINDA HAVA SİRKÜLASYONUNUN İKİ BOYUTLU SİMÜLASYONU	639
MOLARITY AND LAYER EFFECT ON THE STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF $TiO_2$ FILMS GROWN BY SOL-GEL SPIN COATING (SGSC) METHOD .....	663
AGING AND LAYER EFFECT ON CHARACTERISTICS PROPERTIES OF $TiO_2$ THIN FILMS GROWN BY SOL-GEL SPIN COATING (SGSC) METHOD.....	674
ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKESİNDE MEYDANA GELECEK KESİNTİLERİN UYGUN ANAHTAR SİMÜLASYONU İLE TEDARİK SÜREKLİLİĞİ İYİLEŞTİRMESİ VE UYGULAMASI .....	684
PRODUCTION OF WASTE GLASS WOOL REINFORCED POLYESTER COMPOSITE AND INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES.....	692



EXOGENOUS ACETONE *O*-(2-NAFTYLSULFONIL)OXIME ALLEVIATES THE ADVERSE EFFECTS OF SALT STRESS BY INCREASING THE PHENOLIC CONTENT AND ACTIVATING THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN MAIZE ..... 702

## “STEAM ƏSASLI TƏLİM“ ŞAĞIRDLƏRDƏ TƏDQIQATÇILIQ BACARIQLARININ İNKİŞAF ETDİRİLMƏSİ YOLU KİMİ

### "STEAM-BASED LEARNING" AS A WAY TO DEVELOP STUDENTS' RESEARCH SKILLS

Dosent Abdullayeva Təranə Qeys qızı (müəllimə)

Əliyeva Həlimə Xanəli qızı (II kurs magistrant)

ADPU, Kimya və biologiya fakültəsi

Bakı, Azərbaycan. ORCID ID 0009-0003-9697-3560

#### *Xülasə*

Məqalədə Ümumtəhsil məktəblərində biologiya fənninin tədrisi zamanı şagirdlərin tədqiqatçılıq bacarıqlarını inkişaf etdirmək məqsədilə STEAM təlim metodundan istifadənin səmərəliliyi əks olunmuşdur. STEAM əsaslı təlimin tədrisinin üstünlükləri qeyd olunur və bununla bağlı müəllimlərə tövsiyələr verilir. STEAM termini Science (Təbiət elmləri), Technology (Texnologiya), Engineering (Mühəndislik), Art (incəsənət) və Mathematics (Riyaziyyat) sözlərinin ilk hərflərindən götürülmüşdür. Bu tədris metodunda riyaziyyat, incəsənət, texnologiya, mühəndislik, təbiət fənnlərinin tədrisinin ayrı ayrılıqda yox birlikdə əlaqəli şəkildə həyata keçirilməsi tövsiyə edilir. İlk öncə STEM adı ilə səsləndirilirdi. Sonradan tərtibatçılar bura incəsənəti (Art) daxil etdilər. Bu tədris metodu müxtəlif ölkələrdə 1950- ci ildən bəri tətbiq edilir. Hal – hazırda ən çox tətbiq olunduğu ölkələr ABŞ, İngiltərə, Almaniyadır. Bu metodun əsas məqsədi şagirdlərdə “XXI əsr bacarıqlarını” formalaşdırmaq və inkişaf etdirməkdir. Bu tədris üsulunda şagirdlər riyaziyyat və təbiət fənnlərində öyrəndikləri məlumatları gündəlik həyatlarında qarşılarına çıxan müxtəlif həyati problemlərdə, layihələrdə tətbiq etməklə öz yaradıcılıqlarını, komanda şəklində işləmək bacarıqlarını, məntiqi təfəkkürlərini, problem həll etmə bacarıqlarını inkişaf etdirirlər. Eyni zamanda öyrəndiklərini tətbiq etdikləri üçün əldə olunan məlumatlar şagirdlər tərəfindən daha yaxşı mənimsənilir, daha uzun müddət onların yaddaşında qalır. Seçilən problemlərin və icra olunan layihələrin real həyatla əlaqəli olmasına, eyni zamanda şagirdyönümlü olmasına xüsusi diqqət edilir. Bu metodla qurulan dərslər şagirdlər üçün daha maraqlı və daha cəlbədicidir, onlar dərslərdə daha fəal və həvəslə iştirak edirlər.

Layihə bəhrəsini verir: 2020-ci ilin mart ayında ölkə ərazisində COVID-19 virusunun yayılması ilə əlaqədar təhsil müəssisələrinin fəaliyyəti müvəqqəti olaraq dayandırıldı. Bütün bunları nəzərə alan layihə heyəti mövcud tibbi ehtiyacların qarşılınması məqsədilə bir sıra təşəbbüslərin icrasına başlamışdır. Tibbi ləvazimatların, ayrı-ayrı cihaz və avadanlıqların müxtəlif detallarının 3D printerlər vasitəsilə sınaq istehsalına start verilmişdir. Sınaq mərhələdə tibbi personal üçün üz qoruyucularının istehsalı uğurla tamamlanmış, gündəlik istehsal sürəti 150 vahiddən 550 vahidə çatdırılmışdır. Pandemiya dövrü ərzində ümumilikdə 5000 ədəd üz sipərləri istehsal edilərək müxtəlif tibb (klinikalar, xəstəxanalar, poliklinikalar) və təhsil ocaqlarına paylanılmışdır.

**Açar sözlər.** Tədqiqat, biologiya, tədris, bacarıq, STEAM , təlim, metod

## **Abstract**

The article reflects the efficiency of using the STEAM training method in order to develop students' research skills during the teaching of biology in secondary schools. Advantages of teaching STEAM-based learning are noted and recommendations are given to teachers. The term STEAM is derived from the first letters of the words Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics. In this teaching method, it is recommended that the teaching of mathematics, art, technology, engineering, and natural sciences be carried out in a connected manner instead of separately. At first it was called STEM. Later, the developers included art. This teaching method has been used in various countries since 1950. At present, the countries where it is most widely used are the United States, England, and Germany. The main goal of this method is to form and develop "21st century skills" in students. In this teaching method, students develop their creativity, teamwork skills, logical thinking, and problem solving skills by applying the information they learn in mathematics and natural sciences to various life problems and projects that they encounter in their daily lives. At the same time, since they apply what they have learned, the information obtained is better absorbed by the students and remains in their memory for a longer time. Special attention is paid to the fact that the selected problems and implemented projects are related to real life and at the same time student-oriented. Lessons built with this method become more interesting and attractive for students, they participate more actively and enthusiastically in the lessons.

The project is bearing fruit: in March 2020, the activities of educational institutions were temporarily suspended in connection with the spread of the COVID-19 virus in the country. Considering all this, the project team has started implementing a number of initiatives to meet the current medical needs. Trial production of various details of medical supplies, separate devices and equipment using 3D printers has been started. The production of face shields for medical personnel was successfully completed in the trial phase, and the daily production rate was increased from 150 units to 550 units. During the pandemic, a total of 5,000 face shields were produced and distributed to various medical (clinics, hospitals, polyclinics) and educational institutions.

**Key words:** Research, biology, training, mastery, STEAM, training, method

“Təhsil millətin gələcəyidir” deyən xalqımızın ümummilli lideri Heydər Əliyev hər zaman təhsil sahəsinə yüksək qayğı ilə yanaşırdı. Ulu öndər 1969-cu ildən başlayaraq Azərbaycanda təhsil müəssisələrinin yeniləşdirilməsini, onların maddi-texniki bazasının möhkəmləndirilməsini diqqətdə saxlayırdı. İstər ötən əsrin 70-80-ci illərində, istərsə də müstəqillik dövründə ümummilli liderimiz xalqımızın təkə bu gününü deyil, həm də gələcəyini düşünərək bu sahənin inkişafı istiqamətində mühüm tədbirlər həyata keçirirdi.

Ulu öndərin siyasi xəttini uğurla davam etdirən ölkə başçısı cənab İlham Əliyevin göstərdiyi qayğı sayəsində təhsilin inkişafı dövlət siyasətinin əsas prinsiplərindən birini təşkil edir. Ölkəmizdə təhsilin daha da müasirləşdirilməsi, müəllim kadrların hazırlığı, ümumtəhsil

məktəblərində kompüter və informasiya texnologiyalarının geniş tətbiqi məsələləri dövlət başçımızın xüsusi diqqət mərkəzindədir.

Təhsilin inkişafına göstərilən qayğı, yaradılan şərait təhsildə təlim metodlarının tətbiqinə geniş imkanlar açıb. Məhz buna görə də “ STEAM təhsil metodunun tətbiqi ilə bağlı tədbirlər haqqında” Sərəncam imzalanmışdır.

XXI əsr zəka əsri kimi xarakterizə olunur. Yaradıcı təfəkkürə, yüksək elm qabiliyyətlərinə malik şəxsiyyətin formalaşdırılması müasir təhsil sisteminin əsas strateji məqsədidir. Aydın ki, bu məqsədə ənənəvi təhsil üsulları ilə nail olmaq mümkün deyil. Şagirdlərin intellektual bacarıqlarının inkişaf etdirilməsi üçün yeni yanaşmalar, yeni semantik tapşırıqlar lazımdır. Nəticədə təhsil üsulunun dəyişdirilməsinə, yəni biliklərin hazır verilməsi deyil, şagirdlərin özləri tərəfindən əldə edilməsinə keçid etmək lazımdır.

Şagirdlər tərəfindən yeni biliklərin əldə edilməsi, onların malik olduqları təcrübə və biliklərin əsasında baş verir. Müəllimin burada rolu isə şagirdləri keyfiyyətə yeni biliklərə aparıb çıxarmaq, onların yaradıcı təfəkkürünün və tədqiqatçılıq qabiliyyətinin inkişaf etdirilməsi üçün düşündürücü fəaliyyəti təşkil etməkdən ibarətdir.

Dövrümüz texnologiya dövrü olub, günümüzü texnikasız təsəvvür etmək qeyri – mümkündür. Texnologiya elmində baş verən inkişaf və yeniliklər, təhsildə öz əksini tapır. Artıq ənənəvi təhsildə olduğu kimi şagirdləri telefon, kompüterdən kənarlaşdırıb, yalnız kitaba məhkum etmək çox çətinidir. Çünki dövr bunu tələb edir. Bu məqsədlə elə yeni təlim metod və layihələri hazırlanır ki, dövrün tələblərinə cavab verə bilən təlim mühiti yaratsın. Belə metodlardan biri məhz STEAM – dir.

STEAM termini Science (Təbiət elmləri), Technology (Texnologiya), Engineering (Mühəndislik), Art (incəsənət) və Mathematics (Riyaziyyat) sözlərinin ilk hərflərindən götürülmüşdür. Bu tədris metodunda riyaziyyat, incəsənət, texnologiya, mühəndislik, təbiət fənnlərinin tədrisinin ayrı ayrılıqda yox birlikdə əlaqəli şəkildə həyata keçirilməsi tövsiyyə edilir. İlk öncə STEM adı ilə səsləndirilirdi. Sonradan tərtibatçılar bura incəsənəti (Art) daxil etdilər. Bu tədris metodu müxtəlif ölkələrdə 1950- ci ildən bəri tətbiq edilir. Hal – hazırda ən çox tətbiq olunduğu ölkələr ABŞ, İngiltərə, Almaniyadır. Bu metodun əsas məqsədi şagirdlərdə “XXI əsr bacarıqlarını” formalaşdırmaq və inkişaf etdirməkdir. Bu tədris üsulunda şagirdlər riyaziyyat və təbiət fənnlərində öyrəndikləri məlumatları gündəlik həyatlarında qarşılarına çıxan müxtəlif həyati problemlərdə, layihələrdə tətbiq etməklə öz yaradıcılıqlarını, komanda şəklində işləmək bacarıqlarını, məntiqi təfəkkürlərini, problem həll etmə bacarıqlarını inkişaf etdirirlər. Eyni zamanda öyrəndiklərini tətbiq etdikləri üçün əldə olunan məlumatlar şagirdlər tərəfindən daha yaxşı mənimsənilir, daha uzun müddət onların yaddaşında qalır. Seçilən problemlərin və icra olunan layihələrin real həyatla əlaqəli olmasına, eyni zamanda şagirdyönümlü olmasına xüsusi diqqət edilir. Bu metodla qurulan dərslər şagirdlər üçün daha maraqlı və daha cəlbədicidir, onlar dərslərdə daha fəal və həvəslə iştirak edirlər.

Elmin və texnologiyaların oyrədilməsində ənənəvi yanaşmadan fərqli olaraq STEAM təhsili praktik məşğələlər vasitəsilə elmi və texniki biliklərin gündəlik həyatda tətbiqini şagirdlərə göstərir. Məktəblərdə həyata keçirilən STEAM təhsilinin ən vacib fərqi, təhsil ilə yanaşı, sənəti



və dizaynı təhsil sisteminin ayrılmaz hissəsi halına gətirməsi olur. Bu təhsil yanaşması Almaniya, Belçika, İngiltərə, İsrail və Hollandiyada tətbiq edilir. Qeyd edək ki, ABŞ – da bu proqram uşaq bağçalarında üç yaşından etibarən mənimsənilir. Bundan əlavə adı çəkilən ölkələrdə xüsusi STEAM məktəb və mərkəzləri fəaliyyət göstərir. Adı çəkilən təhsil şagirdlərdə tənqidi yanaşma, yaradıcı düşünmə, yaradıcı formada yeni layihələr əsasında biliyin möhkəmləndirilməsi ilə yanaşı əldə olunan biliklərin müqayisəli şəkildə anlaşılması kimi bacarıqlar formalaşdırılır.

Əgər müəllim öz dərində STEAM yanaşmasını tətbiq etmək istəyirsə aşağıdakı tövsiyələrdən yararlanma bilər:

**1. STEAM mərkəzləri ilə əməkdaşlıq.** Bəzi məktəblərdə artıq STEAM yanaşmasından istifadə edilir. Eyni zamanda regionlarda da STEAM mərkəzləri açılır. Bu sahədə fəaliyyət göstərən müəyyən özəl mərkəzlərdə mövcuddur. Bir çox özəl məktəbin daxilində də belə mərkəzlər fəaliyyət göstərir. Belə mərkəzləri ziyarət etmək, onların təcrübələrindən faydalanmaq başlanğıc üçün faydalı addım olar.

**2. Həmkarlarla əməkdaşlıq.** Artıq bir çox müəllim STEAM yanaşmasından öz tədrisində istifadə edir. Bu həmkarlardan ilk başlanğıcda əməkdaşlıq üçün müraciət etmək yaxşıdır. Bu əməkdaşlıq fikir mübadiləsi, ortaq dərslərin hazırlanması, layihələrin icrası şəklində ola bilər. Çünki, bu sahədə daha təcrübəli müəllimlər ilk başlanğıcda ola biləcək çətinliklərlə artıq tanışdırlar.

**3. STEAM seminar və məşğələlərinə qatılmaq.** STEAM yanaşması ilə tədrisə başlamazdan öncə onun təşkili formalarını başa düşmək üçün seminar və kurslara qatılmaq lazımdır. İstər ödənişli istərsə də ödənişsiz bu mövzuda müxtəlif kurslar və seminarlar təşkil edilir. Əgər müəllimin dil biliklərindən istifadə etsə eyni zamanda xarici mütəxəssislər tərəfindən təşkil olunmuş seminarlarda da, onlayn iştirak edə bilər.

**4. Metodun tətbiqi üçün şəraitin yaradılması.** İmkan və şərait varsa müəllimlər məktəbdə öz Maker otağını yarada bilər. Bu otaq fəaliyyət və layihələri icra etmək üçün istifadə edilir. Bir çox insan düşünür ki STEAM fəaliyyətlərini icra etmək üçün mütləq bahalı avadanlıqlara sahib olmalıdır. Əslində isə hər bir kəs üçün əlçatan olan əşyalarla da müəyyən fəaliyyətləri icra etmək mümkündür. Məsələn Mobil telefona sadəcə bir neçə proqram və ya app yükləməklə müxtəlif işlər həyata keçirmək mümkündür. Sadəcə DC motor, batareya ilə ilk anda ağıla gələn ondan da çox müxtəlif layihə var. Bu layihələrdən biri də, Fırça robot layihəsidir. Hər bir kəs üçün əlçatan olan müxtəlif resurslar var ki onlardan da istifadə edilə bilər. Məsələn Robototexnikaya başlamaq istəyən müəllimlər Robo Q Scout modelini əldə etməklə dərslərində istifadə edə bilərlər. Bu kimi qiymət baxımından münasib yüklərlə resurs mövcuddur. Eyni zamanda təkrar istehsalə nümunə sayıla biləcək yüklərlə layihə ideyası var ki, sadəcə müəllimlər tərəfindən araşdırılıb tapılmadığı gözlənilir.

2022-ci ildən ümumtəhsil məktəblərində 5-ci siniflərə Təbiət adlı fənn tədris olunmağa başlandı. Hal-hazırda bu fənn fizika və biologiya müəllimləri tərəfindən keçirilir. Fənnin tədris proqramı, dərsləri STEAM əsasında tərtib olunmuşdur. Xüsusilə dərslərdə verilmiş çalışmalar trekinq ( qustarlıq ) və mikrobət əsaslanır.

Təlimçilər günümüzdə aktual olan və getdikcə təkmilləşən STEAM təlimi əsasında digər fənlərin, eləcə də, biologiya fənninin tədris proqramını hazırlamağı düşünürlər. Biologiyadan bir çox mövzular belə tədrisə imkan verir. Çünki bu fənn praktik fənn olmaqla, ətraf aləmi bilavasitə canlılar, onların modelləri üzərində öyrənməyə imkan verir. Məsələn tənəffüs , qandamar , sidik-cinsiyyət sistemi, gülsulama, bitkilərə qulluq və s. Kimi bir çox bəhslərin səmərəli tədrisi üçün STEAM metodu əvəzsiz xarakter daşıyır. Məsələn, biologiya müəllimi 8-ci sinifdə “Havanın insan orqanizmində keçdiyi yol “ mövzusunda STEAM əsasında tədris etmək üçün, şagirdlərə tənəffüs aparatımızın modelini qurmağı tapşırı bilər. Ən sadə modeli hazırlamaq üçün rezin və ya plastik borular və şar götürülür. Boruların bir ucu açıq buraxılır, digər ucuna isə şarların ağız hissəsi keçirilir. Şagirdlər borunun açıq ucundan hava üf etməklə şarların dolub boşalmasını müşahidə edir, nəticədə nəfəsalma və nəfəsvermə prosesinin mexanizmini sadə model üzərində öyrənirlər. Təcrübələri mürəkkəbləşdirmək və çoxşaxəli etmək olar ki, bu da müəllim və şagirdlərin yaradıcılığından aslıdır.

Ölkəmizdə STEAM təhsilinin tətbiqində yaxından iştirak edəcək, STEAM dərslərinin tədris etməsi üçün müəllim-mütəxəssislərin hazırlanması məqsədilə mütəmadi olaraq ixtisasartırma təlimləri keçirilir. Bu istiqamətdə beynəlxalq əməkdaşlıq qurulan ölkələrdən biri də STEAM təhsilini uğurla tətbiq edən Türkiyə Cümhuriyyətidir. Təlim məqsədilə 08.12.2019 - 22.12.2019 tarixlərində 25 nəfərlik müəllim heyəti Türkiyəyə ezam olunmuşdur. Əsasən Coğrafiya, Biologiya, Kimya, Riyaziyyat, İnformatika, Fizika ixtisasları olmaqla ölkənin müxtəlif bölgələrindən müəllimlər təlimə cəlb edilmişdir. Təlimlər Baxçaşəhər Kolleci və Universitetlərində STEAM proqramına uyğun modullar üzrə mütəxəssislər tərəfindən aparılmış, müəllimlər microbit, arduino, insansız uçan hava aparatları və onların idarə edilməsi, LEGO EV3, autodesk modulları üzrə bilik və bacarıqlara yiyələnmişlər. 3D printer və CNC lazer kəsici cihazları ilə tanış olmuş və 3D ölçülü müxtəlif əşyalar çap etmişlər. Təlim zamanı müəllimlər müxtəlif istehsal sahələrində olmuş, sənayedə istifadə olunan robotların iş prinsipləri ilə yaxından tanış olmuşlar.

STEAM layihəsinin tətbiqi zamanı müxtəlif metodlardan istifadə olunur. Bununla yanaşı pedaqoji meyarlar da əsas götürülür. Məsələn, layihə əsaslı öyrənmə - PBL, fənnlərarası inteqrasiya və fənlərarası öyrənmə, araşdırma əsaslı öyrənmə, dizayn əsaslı öyrənmə, oyun əsaslı öyrənmə, analogiyaya əsaslanan öyrənmə , mobil əsaslı öyrənmə və kiçik dəyişikliklər etməklə, düzəltməyə əsaslanan öyrənmə metodlarından daha çox istifadə olunur. 3D dizayn modelləşdirmə (Tinkercad), 3D printerlə çap etmə, mikrobit platformasında blok proqramlaşdırma, sensorlarla layihələrin icrası (Coding) isə layihə zamanı vacib olan əsas alətlərdir.

Layihənin tətbiq olunduğu bütün təhsil ocaqları maddi-texniki baza ilə təmin olunub, kadr hazırlıqları həyata keçirilib. STEAM-ın əhatə dairəsi genişləndirilir, beləki qarşıdan gələn 2023/2024-cü tədris ilində 7-ci siniflərin təlim məzmununa Nanotexnologiya və Biotexnologiya modullarının gətirilməsi, kodlaşdırma istiqamətində yeni platformanın (Arduino) tətbiqi (Robototexnika), Uçan aparatlar (dronlar), CNC maşınlarında işləmə bacarıqları və s. nəzərdə tutulur.

“STEAM Azərbaycan” layihəsi çərçivəsində Gəncə və Şirvan şəhərlərində STEAM mərkəzlərinin inşasına başlanılmış və hazırda Şirvan STEAM mərkəzinin açılışı üçün son tamamlama işləri aparılmaqdadır. STEAM mərkəzlərinin fəaliyyətinə uyğun olaraq maddi-texniki baza ilə təmin olunması üçün lazımi işlər görülmüşdür. Layihə çərçivəsində 2020-ci ilin noyabr ayında ölkə üzrə STEAM Festivalının keçirilmişdir.

Layihə bəhrəsini verir: 2020-ci ilin mart ayında ölkə ərazisində COVID-19 virusunun yayılması ilə əlaqədar təhsil müəssisələrinin fəaliyyəti müvəqqəti olaraq dayandırıldı. Bütün bunları nəzərə alan layihə heyəti mövcud tibbi ehtiyacların qarşılınması məqsədilə bir sıra təşəbbüslərin icrasına başlamışdır. Tibbi ləvazimatların, ayrı-ayrı cihaz və avadanlıqların müxtəlif detallarının 3D printerlər vasitəsilə sınaq istehsalına start verilmişdir. Sınaq mərhələdə tibbi personal üçün üz qoruyucularının istehsalı uğurla tamamlanmış, gündəlik istehsal sürəti 150 vahiddən 550 vahidə çatdırılmışdır. Pandemiya dövrü ərzində ümumilikdə 5000 ədəd üz sipərləri istehsal edilərək müxtəlif tibb (klinikalar, xəstəxanalar, poliklinikalar) və təhsil ocaqlarına paylanılmışdır.

### **İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı:**

Aliyə Əhmədova “ STEAM “

Orucov F.M. “ Biologiya dərslərində şagirdlərdə tədqiqatçılıq bacarığının inkişaf etdirilməsi yolları “ , Bakı 2011

“Azərbaycan respublikasının ümumtəhsil məktəbləri üçün biologiya fənni üzrə təhsil proqramı ( kurikulumu)“ Bakı, 2013

Hacıyeva G. “ Biologiyanın tədrisi metodikasından mühazirələr “

Məmmədova N. Biologiya 8 Bakı, 2017

İnternet araşdırmaları

## KENTSEL ORTAMDA FARKLI ORTAMLARIN EKOLOJİK DURUMUNUN MİKOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ

### MYCOLOGICAL ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATUS OF DIFFERENT ENVIRONMENTS IN THE URBAN ENVIRONMENT

Balakhanova Kumru Vasif kızı (öğretmen)

Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi Kimya ve Biyoloji Fakültesi

Biyoloji (bilim alanlarına göre) bölümü

Bakü, Azerbaycan

[19\\_bq\\_91@mail.ru](mailto:19_bq_91@mail.ru) ORCID: 0000-0002-1709-1442

#### ÖZET

Çeşitli amaçlara sahip binaların iç ortamlarında oluşan mikobiyotanın taksonomik yapısının ve bireysel temsilcilerinin virülans yeteneğinin bölgesel nitelikte olduğu çok sayıda çalışma sonucunda kanıtlanmıştır. Her bölgenin kendi kabartması ve kendine özgü iklim özellikleri ile karakterize olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda Bakü şehri de dahil olmak üzere kentleşme alanlarının ekolojisinin mikolojik değerlendirmesi doğrultusunda şehir, yerleşim yeri ve köy ölçeğinde inşa edilmiş çeşitli amaçlara sahip binaların mikobiyotasının incelenmesi temel amaç olmuştur.

Yoğun kentleşme ile bağlantılı olarak, araştırmacılar şehrin farklı amaçlarla kullanılan alanlarında (konutlar, rekreasyon merkezleri, parklar, bahçeler vb.) oluşan ve insan vücudunu etkileyen spesifik mantar birliklerinin araştırılmasına daha fazla önem vermektedir. Aynı zamanda, farklı yapı tiplerinde yaşayan fırsatçı mikobiyotanın insan vücudu üzerindeki çeşitli patojenik etkilerinden dolayı, mikromiset komplekslerinin incelenmesi ayrı bir önem arz etmekte olup, bu konuda yeterli sayıda araştırma serisi yapılmıştır.

Çeşitli amaçlara yönelik binaların mikobiyotasının incelenmesi alanında Azerbaycan'da da belirli araştırma çalışmaları yürütülmektedir. Son yıllarda cumhuriyetimizin başkenti Bakü'de bilinen sebeplerden dolayı nüfusun artması, yüksek katlı binaların hızla inşa edilmesi ve bu binalarda yaşayan nüfusun mikolojik açıdan güvenli olması, mikolojik araştırmaların yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Aynı zamanda, imar kanunları ile nasıl düzenlenirse düzenlensin, inşa edilen binaların birbirine çok yakın mesafelerde inşa edildiği dikkate alınırsa, yapılaşmamış yapıların mikolojik durumunun incelenmesinin ne kadar önemli olduğu aşikârdır. Sadece eski değil, aynı zamanda şehrimizde inşa edilen yeni binalar. Bu açıdan Bakü gibi cumhuriyetimizin başkenti olan büyük bir şehirde konaklama, hastane, kütüphane, kültür vb. İkram binalarının mikolojik yönü, başka bir deyişle mantarların yayılması, eko-taksonomik özelliklerinin incelenmesi hem bilimsel hem de pratik öneme sahiptir.

Bahsedilen önemine ve insan sağlığının korunması açısından önemine rağmen, kentsel çevrede mantarların ekolojik özellikleri, faaliyetleri sonucunda insan sağlığında meydana gelen değişiklikler vb. hususlar, bu alandaki araştırmaların sürdürülmesinin hem gerekli hem de güncel bir konu olduğunu ve planlanan araştırmamızın bu belirtilen konuların açıklığa kavuşturulmasına yönelik olduğunu not etmemizi sağlar.

**Anahtar kelimeler:** kentleşme, çeşitli amaçlı binalar, mikolojik değerlendirme, mikroskopik mantarlar, patojenik mantarlar

## ABSTRACT

Numerous studies have proven that the taxonomic structure of the mycobiota formed in the indoor environments of buildings with various purposes and the virulence ability of its individual representatives are regional in nature. It is known that each region is characterized by its own relief and distinctive climatic features. In this context, in line with the mycological evaluation of the ecology of urbanization areas, including the city of Baku, the main objective has been to examine the mycobiota of the buildings with various purposes built at the scale of the city, settlement and village.

In connection with intensive urbanization, researchers give more importance to the study of specific fungal associations that occur in areas of the city used for different purposes (dwellings, recreation centers, parks, gardens, etc.) and affect the human body. At the same time, due to the various pathogenic effects of the opportunistic mycobiota living in different structure types on the human body, the investigation of micromycete complexes is of particular importance, and a sufficient number of research series have been made on this subject.

Certain research studies are also carried out in Azerbaijan in the field of studying the mycobiota of buildings for various purposes. In recent years, the increase in population in Baku, the capital of our republic, due to known reasons, the rapid construction of high-rise buildings and the mycological safety of the population living in these buildings reveal the necessity of mycological researches.

At the same time, it is obvious how important it is to examine the mycological status of unstructured buildings, considering that the buildings constructed are built at very close distances to each other, no matter how they are regulated by the zoning laws. Not only old, but also new buildings being built in our city. In this respect, in a big city like Baku, which is the capital of our republic, accommodation, hospital, library, culture and so on. The mycological aspect of catering buildings, in other words, the spread of fungi, the study of their eco-taxonomic properties has both scientific and practical importance.

Despite the aforementioned importance and importance for the protection of human health, the ecological characteristics of fungi in the urban environment, changes in human health as a result of their activities, etc. These considerations allow us to note that the continuation of research in this area is both necessary and current, and that our planned research is aimed at clarifying these mentioned issues.

**Key words:** urbanization, buildings for various purposes, mycological assessment, microscopic fungi, pathogenic fungi

## GİRİŞ

Mantarlar da dahil olmak üzere heterotrofik bloğun temelini oluşturan canlı organizmalar, doğadaki organik madde miktarına doğrudan bağımlılık gösterir. Antropojenik ortamın organik madde açısından yeterince zengin olduğunu hesaba katarsak, mantarların böyle bir ortamda bir besin kaynağı olarak yaygın dağılımının ana nedeni netleşir. Unutulmamalıdır ki, insanların yaşadığı veya çalıştığı çeşitli amaçlara sahip binalar da organik maddece zengin antropojenik ortamlar olarak değerlendirilmektedir.

Yoğun kentleşme ile bağlantılı olarak, çeşitli amaçlara sahip binalarda oluşan mikobiyotanın incelenmesi son zamanlarda araştırmacıların ilgi odağı haline gelmiştir. Böylece çeşitli amaçlarla binalarda yaşayan mikroskopik mantarların insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisi çok sayıda mikolojik çalışma ile doğrulanmıştır. Ayrıca, farklı bina türlerinde yaşayan mikokomplekslerin insan vücudu üzerindeki çeşitli patojenik etkileriyle bağlantılı olarak, belirli mantar birliklerinin incelenmesi büyük önem taşımaktadır ve sorunun ne kadar acil olduğunu kanıtlamaktadır.

Her insanın doğduğu evde doğduğu, ömrünün sonuna kadar orada yaşadığı veya orada çalıştığı bilinmektedir. Öte yandan, insanların yaşadığı veya çalıştığı mekanlar da açık bir sistemdir ve belirli kurucu unsurlardan oluşur.

Unutulmamalıdır ki mantarlar, insanların yaşadıkları ekosistem içerisinde sürekli temas halinde oldukları bileşenlerden biridir. Bağışıklık sisteminin durumuna bağlı olarak insan vücuduna göç eden mikroskopik mantarlar bazı hastalıklara neden olurlar. Bu nedenle, zamanımızda çevre koşullarının keskin bir şekilde değişmesi nedeniyle, çeşitli amaçlara sahip binalarda, daha özel olarak kentsel çevrede oluşan mikobiyotanın taksonomik yapısının ve bunların ekolojik özelliklerinin incelenmesi çok gerekli bir konu haline gelmiştir.

Unutulmamalıdır ki, çeşitli tipteki binaların iç ortamlarında yaşayan mikromisetler, amaçları ne olursa olsun, insan vücudunda çeşitli kökenlere sahip alerjik ve mikoz hastalıklarının ortaya çıkmasında ana risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, bu hastalıklara son zamanlarda "medeniyet hastalıkları" adı verilmiştir. Geçen yüzyılın 30'lu yıllarından itibaren bu alanda araştırmalar yapılmasına rağmen birçok problemler henüz çözüme kavuşturulamamıştır. Bu açıdan bakıldığında, kentsel çevrede çeşitli amaçlarla binalarda yaşayan mikroskopik mantarların biyolojisi ve ekolojisinin araştırılması, mikojenik duyarlılığın önlenmesi, teşhisi ve tedavisi için son derece önemlidir. Aynı zamanda kentsel çevrede farklı tipte ortamlarda (binalar, parklar vb.) yaşayan fırsatçı mikobiyotanın patojenik aktivitesi sonucunda insan vücudunda alerji, astım, bronşit, diğer pek çok hastalık ortaya çıkmaktadır. solunum organlarının hastalıkları, toksikozlar ve çeşitli kökenlerden mikozlar. . Görünüşe göre fırsatçı mantarlar insan vücuduna giriyor ve potansiyel bir tehlike kaynağı haline geliyor.

Çeşitli amaçlara sahip binaların iç ortamlarında oluşan mikobiyotanın taksonomik yapısının ve bireysel temsilcilerinin virülans yeteneğinin bölgesel nitelikte olduğu çok sayıda çalışma sonucunda kanıtlanmıştır. Her bölgenin kendi kabartması ve kendine özgü iklim özellikleri ile karakterize olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda Bakü şehri de dahil olmak üzere kentleşme alanlarının ekolojisinin mikolojik değerlendirmesi doğrultusunda şehir, yerleşim yeri ve köy ölçeğinde inşa edilmiş çeşitli amaçlara sahip binaların mikobiyotasının incelenmesi temel amaç olmuştur. araştırmamızın

Yoğun kentleşme ile bağlantılı olarak, araştırmacılar, şehrin farklı amaçlarla kullanılan alanlarında (konutlar, rekreasyon merkezleri, parklar, bahçeler vb.) Oluşan ve insan vücudunu etkileyen spesifik mantar birliklerinin araştırılmasına daha fazla önem vermektedir. Aynı zamanda, farklı yapı tiplerinde yaşayan fırsatçı mikobiyotanın insan vücudu üzerindeki çeşitli patojenik etkilerinden dolayı, mikromiset komplekslerinin incelenmesi ayrı bir önem arz etmekte olup, bu konuda yeterli sayıda araştırma serisi yapılmıştır. alan dünya çapında.

Küf mantarları, çeşitli kökenlerden alerjik hastalıkların ortaya çıkmasında ana risk faktörü olarak kabul edilir ve çalışmaları araştırmacıların ilgi odağı haline gelmiştir. Bu nedenle, son zamanlarda çeşitli kökenlere sahip alerjik hastalıklara "medeniyet hastalığı" adı verilmektedir. Geçen yüzyılın 30'lu yıllarından itibaren bu alanda araştırmalar yapılmasına rağmen birçok problemler henüz çözüme kavuşturulamamıştır. Küflerin biyolojisi ve ekolojisinin incelenmesi, mikojenik duyarlılığın önlenmesi, teşhisi ve tedavisi için gereklidir.

## DENEYSSEL ÇALIŞMALAR

Mikroskobik mantarların, çeşitli amaçlarla binaların inşa edildiği alanlarda ortamın kalıcı bileşenleri olarak kabul edildiği bilinmektedir. Literatür verileri, dünya nüfusunun yaklaşık %10'unun konutlarda yaşayan mikroskobik mantarların ve ürettikleri ve çevreye salgıladıkları metabolitlerin etkisiyle oluşan çeşitli kökenlere sahip alerjik hastalıklardan muzdarip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle son yıllarda farklı ülkelerin kentlerinde inşa edilmiş çeşitli amaçlarla binalarda yaşayan mikroskobik mantarlar, bu alanda çalışan bilim adamlarının bir numaralı araştırma konusu haline gelmiştir. Böylece, Rus bilim adamları, Moskova'daki konut binalarında oluşan mikobiyotanın, yeterli tür çeşitliliği ile karakterize edildiğini göstermektedir. Bu nedenle, tanımlanan mikroskobik mantar türlerinin yaklaşık %18'i alerjen kökenlidir ve %30'dan fazlası koşullu olarak patojenik türlerdir.

Konut binalarının alerjenlerle kirlenmesini inceleyen Amerikalı bilim adamları, konut binalarının ayrı odalarına yerleşen mantar kolonilerinin kaynağının, kural olarak, genellikle duvarlara ve odalara serilen halıların altında geliştiğini deneyimleriyle kanıtladılar. Odaya yerleştirilmiş farklı bileşimdeki yüzeylerde yaşayan *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Cladosporium* vb. dahil olmak üzere iç mekan bitkileri. mantar cinsinin temsilcileri, farklı amaçlara sahip binaların ayrı odalarında oluşan toz kütlelerine kolayca emilir ve hava akımları ile binanın diğer odalarına göç eder.

Ev mantarları esas olarak sporlar ve miselyum tarafından yayılır. Gelişmeleri için az miktarda (%28-60) nem gereklidir. [2, s. 272] Bu nedenle, konut binaları da dahil olmak üzere çeşitli amaçlara sahip nesnelerin içinde mantar kolonilerinin (yayılma) oluşumu, genel sağlık durumunu aşırı derecede kötüleştirir. Böylece konutlarda, tek tek odaların duvarları ve tavanları dahil olmak üzere yüzeylerine ve ayrıca buraya yerleştirilen ve buraya demirleyen çeşitli eşyalara kolayca yerleşen mikroskobik mantarlar, belirli bir adaptasyon sürecini geçtikten sonra gelişmeye başlar.

Farklı ülkelerden bilim adamları tarafından yapılan son araştırmalar, bu patojenik mantarların insan sağlığına yönelik potansiyel tehlikelerini önlemeyi amaçlamaktadır. Bu mantarların konut binalarında yayılması ve hızlı gelişmesi sonucunda alerji, astım, diğer solunum organları hastalıkları, toksikoz, çeşitli kökenlerden mikozlar vb. Gözlenir. İnsanlarda, tarım hayvanlarında, vahşi hayvanlar - yırtıcı hayvanlar, kemirgenler, balıklar ve arılar dahil olmak üzere patojenik mantarların neden olduğu hastalıklara mikoz denir. Mikozlar arasında birçoğu doğada hem parazitik hem de saprofitik aşamalarda bulunur. [4, s.16]

Şu anda, dünyanın farklı ülkelerinde yapılan araştırmalar, ağırlıklı olarak konut binalarının mantar kolonileri (propagüller) ile enfeksiyonunun ana nedenlerinin araştırılmasına yöneliktir. Bu çalışmalarda ana odak, kirlilik kaynaklarının ve kirliliği tetikleyen faktörlerin belirlenmesi olmuştur.

## SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Literatür verilerinin analizi sırasında, çeşitli amaçlara yönelik binalarda bulunan mantarların Azerbaycan doğasına özgü mikobiyotaya dahil edilmesi ve eko-biyolojik özellikleri hakkında bazı epizodik bilgilerin bilindiği ortaya çıkmıştır. Yani *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* vb. Azerbaycan'da farklı ekosistemlerden alınan örneklerde türlerin tespiti ve bitkilerde çeşitli patolojilere yol açtığı konusunda yeterince araştırma bulunmaktadır. Ancak mikromisetlerin sadece konutlarda değil, kamu binalarında da (sağlık merkezleri, eğitim kurumları, kültür sarayları, metro vb.) Bu, gelecekteki çalışmaların ana leitmotifidir. Bu alanda yapılan bir dizi mikolojik çalışmada konut yapılarında oluşan mikobiyotanın o şehrin toprak ve atmosferik hava mikobiyotasından farklı sayı ve tür kompozisyonuna sahip olduğunun tespit edildiği dikkate alınır, Açık ki, bu konunun incelenmesi, Azerbaycan doğasının mikobiyota özelliğinin çeşitliliği açısından da çok önemlidir. Unutulmamalıdır ki, doğada yayılan mikromiset veya diğer mikroorganizmaların sayıca az veya çok olması, bağışıklık sistemi normal olan kişilerin sağlıklarında ciddi bir değişikliğe neden olamaz. Ancak

ortamda oluşan mikobiyota içindeki fırsatçı temsilcilerin sayısının artması insan sağlığı için potansiyel bir tehlike kaynağıdır.

Böylece, fırsatçı mikobiyotanın bireysel temsilcilerinin faaliyetlerinin bir sonucu olarak, insan vücudunda çeşitli kökenlerden alerjiler ve cilt mikoz hastalıkları ortaya çıkar. Bu arada, bu hastalıklarla enfeksiyon vakalarının yalnızca konutlarda değil, insanların çalıştığı, dinlendiği veya sağlığına kavuştuğu tedavi merkezlerinde de son derece tehlikeli kabul edildiğini belirtelim. Bu alanda yapılan son araştırmaların sonuçları bunu kanıtlamaktadır. Genel olarak insan vücudunda patojenik mantarların neden olduğu hastalıklar patolojik bir süreç olarak kendini gösterir.

Bahsedilen önemine ve insan sağlığının korunması açısından önemine rağmen, kentsel çevrede mantarların ekolojik özellikleri, faaliyetleri sonucunda insan sağlığında meydana gelen değişiklikler vb. hususlar, bu alandaki araştırmaların sürdürülmesinin hem gerekli hem de güncel bir konu olduğunu ve planlanan araştırmamızın bu belirtilen konuların açıklığa kavuşturulmasına yönelik olduğunu not etmemizi sağlar.

## KAYNAKÇA

Antropova A.B., Bilanenko E.N., Mokeeva V.L., Chekunova L.N., Jeltikova T.M. Mycobiota domashney pili g.Sofia (Bulgaristan).//Uspexi mediinskoy mikologii. Moskova: Ulusal Mikoloji Akademisi, 2007, cilt 9, s.34-35.

Ibrahimov A.Sh., Abdulova Z.A., Mehdiyeva L.N. Mikoloji Bakü: "Bakü Üniversitesi", 2008, 324 sayfa.

Goreeva A.G., Velikova T.D., Dobrusina S.A. Mykobiota vozdukha i kompositov baga s polimernimi pokrytami v Rossiyskoi natsionalnoy biblioteke.//Mykology and phytopathology, 2010, t.44, v.1, s.10-18.

Namazov N.R. Mantarlar ve mantar benzeri organizmalar krallığı. Sumgait: Sumgait 2019, Sayı 2, 469 sayfa.

Sutin I.A., Zelenskaya L.N., Finn G.R. Mikrobiyoloji. Bakü: "Maarif" yayınevi, 1968, 368 sayfa.

Zeynalli K.S., Karimov Z.M., Jabraylzadeh S.M., Kahramanova F.X. Konut binalarının mikobiyotası ve çeşitli amaçlara yönelik nesnelere.//ANAS Mikrobiyoloji Enstitüsü'nün bilimsel çalışmaları. Bakü: "Elm" yayınevi, 2009, cilt 29, sayfa 693-697.



## SAĞLAM NƏSLİN YETİŞMƏSİNDƏ BIOETİK DAVRANIŞLARIN ROLU THE ROLE OF BIOETHICAL BEHAVIORS IN GROWING A HEALTHY GENERATION

**kafedrasının dosenti Qafarova Pərvin Muhəməd qızı**

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin Biologiya və onun tədrisi texnologiyası  
Azərbaycan, Bakı -ORCID ID 0009-0002-9696-3540

### **Xülasə**

Elmi-texniki tərəqqinin sürətlənməsi, əhalinin sayının və onların ehtiyaclarının artdığı, insanlararası münasibətlərin gərginləşdiyi, insan sağlamlığı təhlükələrinin yarandığı indiki dövrdə gənclərə bioetik davranışların aşılması problemini aktuallaşdırır. Bütün bunların aradan qaldırılması bioetikanın inkişafını və onun təhsilə gətirilməsini tələb edir. Günün tələblərinə cavab verən bioetika elmi ötən əsrin 70-ci illərində meydana gəlmişdir. O, biotibbi elmlərin tərəqqisi və yeni texnologiyaların insanın həyatına tətbiqi sayəsində yaranan etik, tibbi, bioloji və hüquqi problemlərin həlli ilə məşğul olan integrativ tədqiqat sahəsidir.

2005-ci ildə YUNESKO-nun Baş Assambleyasında 191 ölkənin qəbul etdiyi “Bioetika və İnsan Hüquqları üzrə Ümumi Bəyənəmə”sinin 23-cü maddəsində dövlətlər tərəfindən bioetika sahəsində təhsilin və peşə hazırlığının dəstəklənməsi, bu sahədə biliklərin və məlumatların yayılmasını təmin etməsi tələb olunur. Bu tələbdən irəli gələn vəzifələrin həyata keçirilməsində ölkəmizdə də bir sıra ciddi işlər həyata keçirilir. Əhaliyə göstərilən müalicə-profilaktik xidmətlər təkmilləşdirilir, həkim pasiyent münasibətləri yaxşılaşdırılır. Gənc elm sahəsi olan bioetikanın inkişafında boşluqların olması danılmazdır. Boşluqların aradan qaldırılması təkcə səhiyyə işçilərinin, həkim və tibb mütəxəssislərinin vəzifələri olmamalıdır. Bu işdə əhalinin hər bir qurumunun xüsusilə, müəllimlər ordusunun, təhsil işçilərinin üzərinə müəyyən vəzifələr düşür.

Bioetikanın biologiya elminə daha yaxın olduğundan biz bioloqlar bu sahənin inkişafında və onun tədrisində daha fəal olmalıyıq. Biologiya fənninin tədrisində canlılar aləmi, bitki, heyvan, insanın quruluşu, xüsusilə onlarda gedən bioloji proseslər, onların sağlamlığı, qorunması, artırılması öyrədilir.

İnsan orqanizminin quruluşu, sağlamlığına dair mövzuların tədrisində sağlamlığın, normal həyat tərzinin yaradılmasında bioetik davranışların üstünlükləri nəzərə çatdırılır. Qeyd olunur ki, bir sıra xəstəliklər, o cümlədən sinir, qan, psixoloji, immunitet zəifliyi ilə bağlı xəstəliklər insanlararası münasibətlərin etikadan kənara çıxması ilə baş verir. Belə ki, bu münasibətlərin bioetikadan kənara çıxması intihara, immunitetin azalmasına, ölümlə nəticələnən ürək, sinir xəstəliklərinə, zərərli vərdişlərin artmasına yol açır. Ona görə də fənlərin, o cümlədən biologiyanın tədrisində şagirdlərə fəaliyyətlərində hər zaman bioetik davranışlara əməl edilməsi öyrədilməlidir.

**Açar sözlər:** bioetika, biotibbi, tibbi etika.

### **Abstract**

Acceleration of scientific and technical progress makes the problem of inculcating bioethical behavior in young people urgent in the current era, when the number of the population and their

needs increase, interpersonal relations are strained, and human health threats arise. Eliminating all this requires the development of bioethics and its introduction into education. The science of bioethics, which meets the requirements of the day, appeared in the 70s of the last century. It is an integrative field of research dealing with ethical, medical, biological, and legal issues arising from the advancement of biomedical sciences and the application of new technologies to human life.

Article 23 of the "General Declaration on Bioethics and Human Rights" adopted by 191 countries at the UNESCO General Assembly in 2005 requires states to support education and professional training in the field of bioethics, and to ensure the dissemination of knowledge and information in this field. A number of serious works are being carried out in our country in the implementation of the tasks arising from this demand. Treatment and prevention services provided to the population are improved, doctor-patient relations are improved. It is undeniable that there are gaps in the development of bioethics, which is a young scientific field. Bridging the gaps should not be the responsibility of health professionals, doctors and medical professionals alone. In this work, each institution of the population, especially the army of teachers and educational workers, has certain duties.

Since bioethics is closer to biological science, we biologists should be more active in the development and teaching of this field. In the teaching of biology, the living world, plant, animal, human structure, especially the biological processes taking place in them, their health, protection, and growth are taught.

The advantages of bioethical behavior in the creation of health and normal lifestyle are taken into account in the teaching of topics related to the structure and health of the human body. It is noted that a number of diseases, including diseases related to nerve, blood, psychological, immune weakness, occur when interpersonal relations deviate from ethics. Thus, the deviation of these relations from bioethics leads to suicide, decreased immunity, fatal heart and nervous diseases, and an increase in harmful habits. Therefore, in the teaching of subjects, including biology, students should be taught to always follow bioethical behavior in their activities.

**Key words:** bioethics, biomedical, medical ethics.

Elmi-texniki tərəqqinin sürətlənməsi, əhəlinin sayının və onların ehtiyaclarının artdığı, insanlararası münasibətlərin gərginləşdiyi, insan sağlamlığı təhlükələrinin yarandığı indiki dövrdə gənclərə bioetik davranışların aşılınması problemini aktuallaşdırır. Problemin səmərəli həlli bioetikanın inkişafını və onun təhsilə gətirilməsini tələb edir. Günün tələblərinə cavab verən bioetika elmi ötən əsrin 70-ci illərində meydana gəlmişdir. O, biotibbi elmlərin tərəqqisi və yeni texnologiyaların insanın həyatına tətbiqi sayəsində yaranan etik, tibbi, bioloji və hüquqi problemlərin həlli ilə məşğul olan inteqrativ tədqiqat sahəsidir. Bioetika insanın təbabət və biologiyadakı fəaliyyətinin mənəvi tərəflərini öyrənir.

Bioetika üzrə Amerikalı alim Van Rennsselar Potter qeyd etmişdir ki, bioetika yeni elm sahəsi olmaqla bioloji biliklərlə insanlığın qiymətlər sistemi biliklərini birləşdirir, təbiət elmləri ilə humanitar elmlər arasında körpü yaradır, bəşəriyyətin davam gətirməsinə, yaşamasına və mədəni dünyanın yaxşılaşmasına kömək edir. Bioetika biologiya, tibb və ekologiyanın

inteqrasiyasından yaranmış gənc bir elm sahəsidir. O. həyat haqqında elmlərin konteksti çərçivəsində bizim mənəvi həyatımızda əxlaqi mühakimələri tədqiq edən müəyyən intizamdır. Bir sözlə, bioetika elmi təcrübələrə, tibbi praktikaya tətbiq edilən normativ etikadır.

ABŞ-da XX əsrin 70-ci illərində yaranan bioetika elmi biotibbi nailiyyətləri ilə tibbi etikanın hüdudlarından kənara çıxaraq sürətlə inkişaf etmişdir.

2005-ci ildə YUNESKO-nun Baş Assambleyasında 191 ölkənin qəbul etdiyi “Bioetika və İnsan Hüquqları üzrə Ümumi Bəyənnamə”sinin 23-cü maddəsində dövlətlər tərəfindən bioetika sahəsində təhsilin və peşə hazırlığının dəstəklənməsi, bu sahədə biliklərin və məlumatların yayılmasını təmin etməsi tələb olunur. Bu tələbdən irəli gələn vəzifələrin həyata keçirilməsində ölkəmizdə də bir sıra ciddi işlər həyata keçirilir. Əhaliyə göstərilən müalicə-profilaktik xidmətlər təkmilləşdirilir, həkim pasiyent münasibətləri yaxşılaşdırılır. Bu tədbirlər əhalinin sağlamlığına müsbət təsir göstərir. Lakin gənc elm sahəsi olan bioetikanın inkişafında boşluqların olması danılmazdır. Boşluqların aradan qaldırılması təkcə səhiyyə işçilərinin, həkim və tibb mütəxəssislərinin vəzifələri olmamalıdır. Bəşəriyyətin qarşısında duran problemləri həkimlərlə yanaşı filosoflar, hüquqşünaslar, ilahiyyatçılar, psixoloqlar, politoloqlar, siyasətçilər, müəllimlər və digər mütəxəssislər tədqiq etməlidirlər. Bu işdə əhalinin hər bir qurumunun xüsusilə, müəllimlər ordusunun, təhsil işçilərinin üzərinə müəyyən vəzifələr düşür. Bir çox ölkələrdə uşaq bağçalarında, məktəblərdə bioetik məsələlərin öyrədilməsi ilə etik davranışların aşılmasına başlanmışdır.

Ali, orta ixtisas və ümumtəhsil məktəb müəllimləri tədris etdikləri fənləri bioetika ilə əlaqələndirərək təhsilalanlara bioetik davranışlar aşılamalıdırlar. Bu sahədə biologiya müəllimləri daha faydalı fəaliyyət göstərmək imkanına malikdirlər.

Bioetik davranış və münasibətlərə insanların canlılarla, o cümlədən, heyvanlarla ünsiyyəti aiddir. Buraya evdə saxlanılan, sirkdə istifadə olunan, kənd təsərrüfatı, ev heyvanları, xəstəlik törədən, xəstəlik yayan, yırtıcı, vəhşi və s. heyvanlar daxildir. Başqa bir etik davranış insanların bitkilərlə münasibətində nümayiş etdirilir. Belə ki, insanlar bitkilərdən müxtəlif məqsədlər üçün istifadə edirlər. Bitkilərlə insanlar tənəffüs mənbəyi, qida, dərman, tikinti materialı, zövq mənbəyi, geyim, kağız və başqa məqsədlərlə, münasibətdə olurlar. Bu münasibətlərdə bioetik prinsiplərin gözlənməsi çox vacibdir.

Bioetikanın biologiya elminə daha yaxın olduğundan biz bioloqlar bu sahənin inkişafında və onun tədrisində daha geniş fəaliyyət göstərməliyik. Biologiya fənninin tədrisində canlılar aləmi, bitki, heyvan, insanın quruluşu, xüsusilə onlarda gedən bioloji proseslər, onların sağlamlığı, qorunması, artırılması öyrədilir. Fənnin mövzularında canlılararası bioetik münasibətlərin şagirdlərə öyrədilməsi imkanları genişdir. Bitkilərə dair mövzuların tədrisində müəllim insanların bitkilərə bioetik münasibətlərini önə çəkir. Bitkilərin həyatımızda, məişətimizdə, sağlamlığımızda, yaşam tərzimizdə rolu, əhəmiyyəti göstərilir. Onlara qayğılı münasibət, onlardan zövqlə, qənaətlə istifadə edilməsi kimi məsələlər şagirdlərə öyrədilir.

Biologiya fənninin mövzularının tədrisində fəal təlim metod və vasitələrinin tətbiqi ilə şagirdlərə bioetik davranışların aşılması imkanları genişdir. Bu imkanlar bitkilərin quruluşu, yayılması, çoxalması, inkişafı, müxtəlifliyi onlarda gedən bioloji proseslərə dair mövzuların tədris edilməsidir. Müəllim bitkilərə dair mövzuların tədrisində onu həyatla, bitkinin digər canlılar, o cümlədən insanlar üçün əhəmiyyəti ilə əlaqələndirərək onlarla davranış

mədəniyyətini şagirdlərdə formalaşdırır. O, dərslərində qeyd edir ki, Azərbaycan Respublikasının ərazisi zəngin flora ilə malikdir. Bitkilərin varlığı yer üzündəki canlıların həyatı üçün çox vacibdir. Belə ki, onlar canlıların, oksigen, su, qida kimi əsas ehtiyaclarını ödəyir. Bitkilər bu ehtiyacları yer üzərində təmin etməklə insanların sağlamlığında mühüm rol oynayır, onlarda xoş əhval-ruhiyyə yaradır.

Heyvanlarla bağlı mövzularda heyvanların quruluşu, həyat tərzi, çoxalması, xəstəliklərdən qorunması, insanların sağlamlığında əhəmiyyəti, onlara qulluq qaydaları heyvanlara qarşı bioetik davranışlarla əlaqələndirilir. Heyvanlardan, onların müxtəlif məhsullarından istifadədə bioetik münasibətlərin, heyvanlarla təmasda onların sağlamlığına diqqət edilməsi məsələləri şagirdlərə öyrədilir.

Bioetik davranışın ikinci istiqaməti insanın heyvanlarla səmimi rəftarıdır. Əvvəllər heyvanları yalnız qida və nəqliyyat vasitəsi olaraq istifadə edən insanların zamanla dünyagörüşləri dəyişdi, onlara şəfqət göstərməyə, təlim verməyə, ram etməyə və onlarla dostluq qurmağa başladılar. Qurulan bu isti münasibət insanları heyvanların qorumasına sövq etdi. İnsanlar arasında heyvansevərlər çoxalmağa başladı. Bu insanların məqsədləri heyvanlarla daha yaxşı davranmağı təmin etmək, onları qorumaq və mehriban münasibət qurmaq olmuşdur. Heyvanlara qayğı təkcə insanların onlardan istifadəsi deyil, həm də böyük tərbiyəvi əhəmiyyətə malikdir. Canlı təbiətə, heyvanlara məhəbbətdən insan xarakterinin ədalətlik, şərəf, vətənpərvərlik və insanlara qarşı böyük ürəklik münasibəti kimi əlamətləri yaranır. Heyvanlara sevgi öz-özünə yaranmır, onu uşaqlıqdan insanlara ailə və təhsil müəssisələri aşılayır. Heyvanlara qarşı şüurlu ünsiyyət nəinki insan şəxsiyyətini, onun mənəvi keyfiyyətlərini zənginləşdirir, hətta ağılı güclü inkişafına xidmət edir.

Biologiyadan heyvanların quruluşu, onların müxtəlifliyi, bioloji prosesləri, yayılması, çoxalması, qorunması, təbiət və cəmiyyət üçün əhəmiyyəti, zərəri kimi mövzuların öyrədilməsi müəllimə imkan yaradır ki, heyvanlarla bioetik davranışları şagirdlərə aşılasın. Müəllim dərslərində qeyd edir ki, heyvanlar bizim həyatımızın daimi bələdçisidir - yol yoldaşdır. Biz onlarla hər addımda rastlaşırıq. Heyvanlar da bitkilər, su, hava, torpaq kimi təbiətin əsas komponentlərindəndir. Buna görə də Yer üzündən hər hansı heyvan növünün yoxa çıxması, yəni onun nəslinin kəsilməsi bir təbiət həlqəsinin birinin sıradan çıxması, ekoloji tarazlığın pozulması deməkdir. Müəllimlər tədris etdikləri fənnin tədrisində şagirdlərdə heyvanlarla təmas qaydalarını öyrətməlidir. O, müvafiq mövzuların tədrisində şagirdlərə heyvanlarla münasibətlərin bəzi məqamlarını çatdırır. Qeyd edir ki, əgər ailədə uşaqlara sevgi, qayğı yoxdursa, o ailədə böyüyən uşaq da bu hisslərdən uzaq olacaq və bu da onun ətraf aləmə xüsusilə bitki və heyvanlara nifrətlə yanaşmasına səbəb olacaq. Uşaqlara erkən yaşlarından ətraf mühiti qorumağı və sevməyi valideynləri öyrətməlidir. Heyvanlar uşaqların inkişafında aparıcı rola malikdir. Onlar uşaqların emosiyalarına, zehni, fiziki və sosial inkişafına olduqca mühüm təsir göstərir. Uşaqlar bitkiyə, heyvana, təbiətə, ətraf mühitdəki digər canlılara qarşı sevgi hissi ilə böyüməlidirlər.

İnsan orqanizminin quruluşu, sağlamlığına dair mövzuların tədrisində sağlamlığın, normal həyat tərzinin yaradılmasında bioetik davranışların üstünlükləri nəzərə çatdırılır. Qeyd olunur ki, bir sıra xəstəliklər, o cümlədən sinir, qan, psixoloji, immunitet zəifliyi ilə bağlı xəstəliklər insanlararası münasibətlərin etikadan kənara çıxması ilə baş verir. Məsələn, valideyn-övlad, müəllim-şagird, şagird-şagird, satıcı-alıcı, həkim-xəstə, müdir-işçi, sürücü-sərnişin

münasibətlərinin bioetikadan kənara çıxması insanların sağlamlığına hətta virus xəstəliklərindən daha ciddi təsir göstərir. Belə ki, bu münasibətlərin bioetikadan kənara çıxması intihara, immunitetin azalmasına, ölümlə nəticələnən ürək, sinir xəstəliklərinə, zərərli vərdişlərin artmasına yol açır. Ona görə də fənlərin, o cümlədən biologiyanın tədrisində şagirdlərə fəaliyyətlərində hər zaman bioetik davranışlara əməl edilməsi öyrədilməlidir.

Bioetik davranışın üçüncü istiqaməti insanlararası münasibətləri aşağıdakı kimi izah edir. Bu münasibətlərin bioetik davranışlar əsasında qurulması sağlamlığa müsbət təsir göstərir. Müəllim insanların quruluşu, psixologiyası, fizioloji proseslərini tədris edərkən qeyd edir ki, övlad-valideyn, şagird-müəllim, valideyn-müəllim, şagird-şagird, həkim-pasiyent, müdir-işçi və digər fəaliyyətlərdə olan insanlar arasında müəyyən münasibətlər müşahidə olunur.

Bütün bunları dərslərində qeyd edən müəllim özü də belə davranışlar nümayiş etdirməlidir. Şagird-müəllim və müəllim-valideyn münasibətlərində o, şagirdlərin şəxsiyyətinə hörmətlə yanaşır, sevgisini, məhəbbətini nümayiş etdirir. Şagirdi bir şəxsiyyət kimi görür, onun mənliliyinə, şəxsiyyətinə toxunan hərəkətə yol vermir. Nə qədər sözə baxmayan, nadinc şagird olsa belə, müəllim özünün pədaqoji taktikalarından istifadə edərək, xoş, isti münasibət yaradır. Müəllim-valideyn münasibətləri, yorucu iclaslar, yığıncaqlar, təlim-təربiyədəki problemlərin qabardılmasından ibarət olmamalıdır. Əksinə, müəllim bilməlidir ki, bunlarla valideyn-övlad münasibətlərini poza bilər. Bu sadəcə valideynə olan münasibətə təsir etmir, eyni zamanda evdə danlanan və tənbeh olunan şagirdlə müəllimin münasibətinə və müvafiq olaraq onun məktəbə və təhsilə olan marağına da mənfə təsir göstərir. Müasir müəllim ailə ilə məktəb arasında vahid təربiyəvi mühiti yaratmağı bacarandır. Dünya təcrübəsi göstərir ki, müəllim təlimi uğurlu təşkil etmək üçün hər görüşdə valideynlərin rəyini öyrənməlidir.

Şagirdlərlə olduğu kimi onların valideynləri ilə də etik davranışlara əməl etməlidir.

- Həkim-pasiyent münasibətlərinə gəldikdə öz sənətini ürəkdən sevən, ona sadıq olan hər bir tibb işçisi insanların həyatını xilas etməyi özünə borc bilməli və Hippokrat andına sadıq olmalıdır. Tibb işçisi öz vəzifə borcunu başa düşməli xəstənin şikayətlərini yüngülləşdirmək üçün bütün lazımi tədbirləri görməlidir.

Tibb bacısı xəstədə həkimə inam hissini artırmalı, xəstə ilə tez-tez təmas yaratmalıdır. O, həmişə xəstələrin arasında olur, onun xəstələrə yaxın, isti münasibəti sağlamlığa psixoterapevtik təsir edir. Unutmaq olmaz ki, insan xəstələnən zaman daha kövrək, daha həssas olur. Qayğıya, xoş sözə ehtiyac duyur, ona qulluq edən tibb bacısından diqqət, xoş rəftar gözləyir. Bunun üçün tibb bacısı danışıqına, geyiminə, hərəkətlərinə diqqət etməli, xəstələri təmkinlə dinləməlidir.

Nəzakətli və mehriban rəftar, xoş təbəssüm tibb bacısının öz xəstələrinə qayğısının simvoludur. Həkim və tibb bacısının xəstə ilə bioetik davranışı xəstənin sağalmağa inamını artırır. El arasında deyirlər, xəstənin sağalmasına həkimin səmimi, etik sözləri dərmandan daha güclü təsir göstərir.

Ümumtəhsil məktəblərində biologiyanın tədrisində şagirdlərə bioetik davranışların formalaşdırılması imkanları genişdir. Həmin imkanlar əsasında müəllim mövzulara uyğun müvafiq metodların tətbiqi ilə şagirdlərə bioetik davranışları aşılayır. Bioetik davranışlara yiyələnmiş məzun gələcək həyat fəaliyyətində canlılarla xoş rəftar edir, mərhəmətli şəxsiyyət kimi formalaşır.

### **Ədəbiyyat**

- Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y. Ekoloqların məlumat kitabı. Bakı: Elm, 2003. 516 s.
- Hüseynov Ə.M., Məhərrəmov Ə.M. Biologiyanın tədrisi metodikası. Bakı, 2003
- Hacıyeva H.M. və b. Ümumtəhsil məktəblərində biologiyanın tədrisində bitkilərə dair tibbi bilik və biologiyanın tədrisində bitkilərə dair tibbi hiliq və bacarıqların aşılınması. Bakı, 2015
- Hacıyeva H.M. və b. Ümumtəhsil məktəblərində biologiyanın tədrisində heyvanların insan sağlamlığında əhəmiyyətinin öyrədilməsi. Bakı, 2016
- Azərbaycan Respublikasının ümumtəhsil məktəbləri üçün biologiya fənn kurikulumu. Bakı, 2013.
- Hacıyeva H. və b. Ümumtəhsil məktəblərində biologiyanın fəal təlim metodları ilə tədrisi metodikası. Bakı, 2014.
- Hüseynov Ə., Hacıyeva H. və b. Ümumtəhsil məktəblərində biologiyanın tədrisində kurikulumun tətbiqi. Bakı, 2015.
- Seyidli Y., Əhmədbəyli X., Əliyeva N. Biologiya 6. Ümumtəhsil məktəblərinin 6-cı sinfi üçün dərslik. Bakı, 2017.
- Seyidli Y., Əhmədbəyli X., Əliyeva N. Biologiya 7. Ümumtəhsil məktəblərinin 7-ci sinfi üçün dərslik. Bakı, 2017.
- Seyidli Y., Əliyeva N., Əhmədbəyli X. Biologiya 9. Ümumtəhsil məktəblərinin 9-cu sinfi üçün dərslik. Bakı, 2017.
- Путюков Ю.А. Основы педагогической технологии. М: Просвещение, 2001.
- Захарова Т.Е. Внеклассная работа по биологии на современном этапе. М., 2014.
- İsmixanov M. Pedaqogikanın əsasları. Bakı, 2011.
- Hacıyeva G. Biologiyanın tədrisi metodikası. Bakı, 2018.
- Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y. Ekoloqların məlumat kitabı. Bakı, 2003.
- Məmmədova N. Və b. Biologiya. Dərslik 10-cu sinif. Bakı, 2019.
- Məmmədova N. Və b. Biologiya. Dərslik 8-ci sinif. Bakı, 2019.
- Məmmədova N. və b. Biologiya. Dərslik 11-ci sinif. Bakı, 2019.
- İbrahimov F., Hüseynzadə R. Pedaqogika. I cild, Bakı, 2012.

## ŞAĞIRDLƏRDƏ YARADICI TƏFƏKKÜRÜN PSIXOLOJİ İNKİŞAFI VƏ MƏZMUNU

### PSYCHOLOGICAL DEVELOPMENT AND CONTENT OF CREATIVE THINKING IN STUDENTS

**Məmmədova Günel Əlimövsüm qızı**

Azərbaycan Devlet Pedagoji Universiteti Kimya və Biyoloji Fakültesi

Biyoloji (bilim alanlarına görə) bölümü

Bakü, Azərbaycan -ORCID: 0009-0001-6916-7955

#### **Xülasə**

Müasir mərhələdə pedaqoji nəzəriyyə və praktikanın çox mühüm problemlərindən biri şagirdlərin idrak fəallığının yüksəldilməsinə, o cümlədən yaradıcı təfəkkürün inkişafına nail olmaqdır. İdrak fəallığının inkişafı bütün mərhələlərdə şagirdlərin tədris fəaliyyətinin əsasında dayanır. İdrak fəallığı yüksək inkişaf səviyyəsində olmasa, təlim prosesini səmərəli təşkil etmək çətindir. Şagirdlərin idrak fəallığının formalaşdırılmasına imkan verən təşkilati-pedaqoji şərtləri müəyyənləşdirmək və onlara uyğun fəaliyyət göstərmək çox faydalıdır. İdrak fəallığının artırılmasında psixoloqların dərk etmə nəzəriyyələrinə əsaslanmaq vacib məsələlərdəndir.

Müəllim idrak prosesinin ziddiyyətli xarakterini nəzərə almalı, problemlə vəziyyətlərin yaradılması üçün əlverişli imkanlar yaratmalıdır. Şagirdlərin yaradıcı təfəkkürünü inkişaf etdirmək üçün bir sıra pedaqoji tələblərə əməl edilməsi lazım gəlir, yaradıcı təfəkkürün inkişafını təmin edən pedaqoji tələblərə aşağıdakıları göstərmək olar:

Müəllim və şagirdlərin birgə fəaliyyəti prosesində subyektlərarası münasibətlərin fəallaşdırılması;

Təlim prosesində şagirdlərin təşəbbüslərinin, yaradıcı imkanlarının inkişaf etdirilməsi;

Müntəzəm şəkildə şagirdlərin idrak fəallığının artırılması, dərslərdəyaniliklərdən və İKT-dən istifadə olunması;

Şagirdlərin tələbatlarını, motivlərini, imkanlarını nəzərə alaraq şəxsiyyətyönümlü, şagirdyönümlü yanaşma prinsipinə riayət olunması;

Fənnin tədrisində subyekt-obyekt və obyekt-subyekt münasibətlərinin qarşılıqlı surətdə bərqərar olması və son nəticədə subyekt-subyekt münasibətlərinə gətirib çıxarması;

Təlimdə motivasiya yaradaraq biliklərə təkidli cəhdin, yeni biliklərə müstəqil yiyələnmə şəraitinin yaradılması;

Mövzunun öyrənilməsinə dair şagirdlərdə müsbət motivasiyanıyaradılması;

Dərslərdə laboratoriya məşğələlərinə, praktik işlərə, təcrübələrin aparılmasına diqqətin artırılması və s.

Müəllim şagirdlərdə təlimə maraq oyatmaq üçün dərslərdə yaradıcılıq əhval- rusiyyəsi yaratmalı, təhsilalanları “tədqiqatçı” vəziyyətinə salmalıdır. Onları axtarıcılığa sövq etməklə nə isə tapa biləcəklərinə inam yaratmalıdır. Müəllim meydana çıxan bütün suallara cavab tapmaq üçün müstəqil fikirləşməyi şagirdlərin öhdəsinə buraxarsa, onda təlim forması problemin həllinə doğru istiqamətlənər.

Bu gün ümumtəhsil məktəbləri gənc nəslin yaradıcı təfəkkürünü elə təmin etməlidir ki, onlar nəinki müasir dövrdən baş çıxara bilsin, hətta, gələcək dövr üçün lazım olan bilik və bacarıqlara

müstəqil yiyələnsin yaradıcı yanaşsınlar. Problem təlim prosesində şagirdlərdə idrak fəallığının inkişaf etdirilməsi ilə həll oluna bilər.

**Açar sözlər:** məktəb, təhsil, müəllim, şagird, tədqiqatçı,

**ABSTRACT:**

One of the most important problems of pedagogical theory and practice at the modern stage is to achieve the improvement of students' cognitive activity, including the development of creative thinking. The development of cognitive activity is the basis of the educational activity of students at all stages. If cognitive activity is not at a high level of development, it is difficult to organize the learning process effectively. It is very useful to determine the organizational and pedagogical conditions that allow the formation of students' cognitive activity and to act according to them. In increasing cognitive activity, it is important to rely on psychologists' theories of understanding.

The teacher should take into account the contradictory nature of the cognitive process, create favorable opportunities for creating problematic situations. In order to develop the creative thinking of students, it is necessary to follow a number of pedagogical requirements.

Activation of inter-subject relations in the process of joint activity of teachers and students;

Development of students' initiatives and creative abilities in the training process making;

Regularly increasing students' cognitive activity, using visual aids and ICT in lessons;

Adherence to the principle of a person-oriented, student-oriented approach, taking into account the needs, motives, and opportunities of students;

Mutual establishment of subject-object and object-subject relations in the teaching of the subject and ultimately lead to subject-subject relations;

Insistent effort to knowledge by creating motivation in training, independent to new knowledge creation of acquisition conditions;

Creation of positive motivation in students regarding the study of the subject;

Increasing attention to laboratory exercises, practical work, conducting experiments, etc. in classes.

In order to arouse students' interest in learning, the teacher should create a creative mood in the lessons and put the students in the position of "researchers". It should make them believe that they can find something by encouraging them to search. If the teacher leaves it up to the students to think independently to find answers to all the questions that arise, then the form of education is directed towards solving the problem.

Today, general education schools should ensure the creative thinking of the young generation in such a way that they can not only cope with the modern era, but also independently acquire the knowledge and skills needed for the future, and have a creative approach. The problem can be solved by developing students' cognitive activity in the learning process.

**Key words:** school, education, teacher, student, researcher,

**Giriş**



Ümumtəhsil məktəblərində tədris olunan fənlərin əksəriyyəti, idrak fəallığının inkişaf etdirilməsi üçün real imkanlara malikdir. Təlim prosesi dərkətmənin xüsusi forması kimi çıxış edir. Təlimin keyfiyyəti şagirdlərin idrak fəallığının və idrak müstəqilliyinin səviyyəsindən xeyli dərəcədə asılıdır. Böyük alman pədaqoqu Adolf Disterverq heç də təsadüfi olaraq demirdi: “İdrak müstəqilliyi - təhsilin vasitəsi və eyni zamanda nəticəsidir”. Biologiyanın tədrisində ilk növbədə şagirdlərin təfəkkürünün fəallaşdırılması diqqət mərkəzində dayanmalıdır. Təlim prosesini daha çox məlumatın və biliklərin verilməsi ilə məhdudlaşdırmaq əslində bu prosesin inkişafına mane olur. Gənclər müəyyən məlumatlar, nəzəri biliklər toplamaqla deyil, onlar üzərində əməliyyatlar aparmaq, tətbiq etmək, müstəqil nəticələr çıxarmaq və ümumiləşdirməklə yaradıcı təfəkkürünü inkişaf etdirə bilər. Qeyri-standart şəraitlərdə problemlərini həll etməyi bacarmalı, müstəqil şəkildə öz biliklərini artırmalıdır. Onlarda idrak fəallığı, müstəqillik, sərbəstlik, tənqid və özünü tənqid, öz mövqeyini müdafiə etmək bacarıqları inkişaf etdirilməlidir.

Müasir mərhələdə pədaqoji nəzəriyyə və praktikanın çox mühüm problemlərindən biri şagirdlərin idrak fəallığının yüksəldməsinə, o cümlədən yaradıcı təfəkkürün inkişafına nail olmaqdır. İdrak fəallığının inkişafı bütün mərhələlərdə şagirdlərin tədris fəaliyyətinin əsasında dayanır. İdrak fəallığı yüksək inkişaf səviyyəsində olmasa, təlim prosesini səmərəli təşkil etmək çətindir. Şagirdlərin idrak fəallığının formalaşdırılmasına imkan verən təşkilati-pədaqoji şərtləri müəyyənləşdirmək və onlara uyğun fəaliyyət göstərmək çox faydalıdır. İdrak fəallığının artırılmasında psixoloqların dərkətmə nəzəriyyələrinə əsaslanmaq vacib məsələlərdəndir [1].

Müəllim idrak prosesinin ziddiyyətli xarakterini nəzərə almalı, problemləli vəziyyətlərin yaradılması üçün əlverişli imkanlar yaratmalıdır. Şagirdlərin yaradıcı təfəkkürünü inkişaf etdirmək üçün bir sıra pədaqoji tələblərə əməl edilməsi lazım gəlir, yaradıcı təfəkkürün inkişafını təmin edən pədaqoji tələblərə aşağıdakıları göstərmək olar:

Müəllim və şagirdlərin birgə fəaliyyəti prosesində subyektlərarası münasibətlərin fəallaşdırılması;

Təlim prosesində şagirdlərin təşəbbüslərinin, yaradıcı imkanlarının inkişaf etdirilməsi;

Müntəzəm şəkildə şagirdlərin idrak fəallığının artırılması, dərslərdə əyaniliklərdən və İKT-dən istifadə olunması;

Şagirdlərin tələbatlarını, motivlərini, imkanlarını nəzərə alaraq şəxsiyyətyönümlü, şagirdyönümlü yanaşma prinsipinə riayət olunması;

Fənnin tədrisində subyekt-obyekt və obyekt-subyekt münasibətlərinin qarşılıqlı surətdə bərqərar olması və son nəticədə subyekt-subyekt münasibətlərinə gətirib çıxarması;

Təlimdə motivasiya yaradaraq biliklərə təkidli cəhdin, yeni biliklərə müstəqil yiyələnmə şəraitinin yaradılması;

Mövzunun öyrənilməsinə dair şagirdlərdə müsbət motivasiyanın yaradılması;

Dərslərdə laboratoriya məşğələlərinə, praktik işlərə, təcrübələrin aparılmasına diqqətin artırılması və s.

İdrak fəallığı anadangəlmə deyil, qazanılan keyfiyyət olduğundan onun inkişaf etdirilməsi müəllimin bilik, bacarıq və peşəkarlığından çox asılıdır. İdrak müstəqilliyi şəxsiyyətin kompleks keyfiyyətlərini özündə birləşdirir, şəxsiyyətin özünü inkişaf səviyyəsini əks etdirir, dərslərin psixoloji və fizioloji xarakteristikasının müəyyənləşdirilməsində həlledici rol oynayır.

Şagirdlərin idrak fəallığının və yaradıcı müstəqilliyinin, təşəbbüskarlığının səmərəliliyinə nail olmaq üçün haqqında danışılan problemin psixoloji əsaslarının aydın təsəvvür edilməsi lazımdır. Yaradıcı təfəkkürdə əsas məsələ dərk etməyə və fəaliyyətə tələbatın olmasıdır [2]. Müəllim öz fəaliyyətində idrak fəallığının strukturunun bütün elementlərini nəzərə almalı, onun inkişafı vəzifələrinin yerinə yetirilməsinə kömək göstərməli, yaradıcı təfəkkürün inkişafını diqqət mərkəzində saxlamalıdır. Müəllimin səmərəli fəaliyyəti nəticəsində idrak marağı stimuldan motivə və nəticədə şagird üçün tələbatə çevrilməlidir.

Şagirdlərin yerinə yetirdikləri müstəqil işlər onların yaradıcı təfəkkürünün inkişafına əsaslanır. Müəllim şagirdlərini müstəqilliyə alışdıraraq çalışmalıdır ki, onlar özünütəhsil işinə məqsədyönlü və sistemli qoşulsun, tədris materialını hazır şəkildə deyil, materialın müstəqil əldə edilməsi ilə nail olsunlar. Müəllimin vəzifəsi şagirdlərin diqqətini, onların marağını tədris mövzusunə cəlb etmək, bu əsasda yaradıcı təfəkkürün inkişafına şərait yaratmaqdır.

Şagirdin idrak müstəqilliyinin formalaşdırılması üçün o, qarşısına məqsəd qoymağı bacarmalı və ona nail olmağa cəhd göstərməlidir. Eyni zamanda şagird geniş idrak motivlərinə, stimullarına, özünütəhsil və özünütəkmilləşdirmə motivlərinə yiyələnə bilər. Şagirdlərdə özünə müsbət münasibət formalaşdırılmalı, özünə inam yaradılmalı, onlara özünütəhlil, özünütəşkil və özünənəzarət bacarıqları aşılmalıdır [3].

Təlim prosesində şagirdlər müəllimlə qarşılıqlı münasibətdə olur, bu münasibətlər dərk etmə fəaliyyətinə xeyli dərəcədə təsir göstərir. Müəllim bütövlükdə sinfi idarə etdiyi kimi, şagirdlərin idrak fəaliyyətini də nəzarətdə saxlayır. Bu idarəetmənin normal təşkili onun peşə hazırlığının və ustalığının səviyyəsindən asılıdır. Şagirdlərin idrak fəallığının pedaqoji modelinə əsaslanaraq o, fəaliyyətini təşkil edir, təlimə metodik baxımdan rəhbərlik göstərir, tədris məşğələlərində vaxtdan səmərəli istifadəyə çalışır, gənclərin idrak fəallığının formalaşdırılmasını əsas məqsəd kimi qarşısına qoyur.

Əqli tərbiyənin ən mühüm vəzifələrindən biri şagirdlərdə elmi, dialektik və tarixi materializm dünyagörüşünü formalaşdırmaqdır. Dünyagörüşü insanın təbiətə, cəmiyyətə, insan təfəkkürünə olan baxışlar sistemidir. Dünyagörüşü elmi və elmə zidd inqilabi və mürtəce olur. Elmi dünyagörüşün əsasını fəlsəfi, iqtisadi və ictimai-siyasi baxışların bütöv və bitkin sistemi təşkil edir. Bu sistem əsasında ardıcıl, həyata nikbin baxan, bəşəriyyətin gözəl gələcəyinə dərin inam bəsləyən, dünyanı yenidən qurmaq üçün fədakarcasına mübarizə aparmağa yönələn elmi dünyagörüşü formalaşır.

Elmi dünyagörüşün formalaşdırılmasında müəllimlər folklor nümunələrinə, digər fənlərlə əlaqəyə istinad etməli, şagirdlərin təfəkkürünün inkişafına səy göstərməlidirlər. Fənlərarası əlaqənin həyata keçirilməsi şagirdlərin obyekt və hadisələri tam olaraq öyrənməyə, onları təhlil edərək təfəkkürünü inkişaf etdirməyə imkan verir.

Təfəkkür formaları əsasən mühakimə, anlayış və əqli nəticədən ibarətdir. Predmetdə ən ümumi və mühüm olanın ifadəsi anlayış adlanır. Fikri fəallıq priyomları içərisində müqayisə, analogiya, induksiya, təhlil-tərkib, ümumiləşdirmə mühüm yer tutur və fənlərarası əlaqələr zamanı çox böyük əhəmiyyət kəsb edirlər. Şagirdlər ayrı-ayrı elmlərin tədqiqat obyektivə mövzularını müqayisə etməklə onların oxşar və fərqli əlamətlərini aşkaredirlər. Onlar şərh edirlər ki, müqayisəsiz idrak yoxdur, hər şey müqayisədə həll edilir. Müqayisə idrakın əsasıdır, müqayisə əqlin çırağıdır.

Biologiyanın tədrisində şagirdlərin təfəkkürünün, xüsusilə yaradıcı təfəkkürünün inkişafı üçün təlimdə bir sıra prinsiplər nəzərə alınmalıdır:

Problemlilik . Problemlilik inkişaf şəraitləri modelləşdirilməli, ətraf mühitin cisim və hadisələrində mövcud olan real ziddiyyətlərin həll edilməsi cəhdinə əsaslanmalıdır;

Bilik və təfəkkürün ayrılmazlığı: biliklər hazır vəziyyətdə qavranılmamalı, onlar təfəkkürün inkişaf etdirilməsi vasitəsi olmalıdır;

Məzmunun məlumatlılığı və elmi tutuma malik olması: təlim proqramları əsas elmi nailiyyətləri və məlumatı əks etdirməli;

Yaradıcılığın stimullandırılması: təlim prosesində bütün növ yaradıcı fikrə və fəaliyyətə dəstək olunmalıdır;

Biliklərin və həyat tələbatlarının qarşılıqlı əlaqəsi: təlimin məzmunu şagirdin öyrəndiklərinin həyat ilə necə əlaqəli olmasının dərk edilməsinə yönəldilməlidir;

Şəxsi yönəllilik təlim proqramları şagirdlərə şəxsi təcrübələrinin istifadə edilməsinə imkan yaratmalıdır;

-Differensiasiya: məzmun şagirdlərin maraq və meyllərinə, qabiliyyətlərinə, şagirdlərin inkişaf səviyyələrinə uyğun olmalıdır;

-Müstəqil öyrənmə vərdişlərinin əldə edilməsinə yönəllilik: biliklərə sərbəst yiyələnməyi, onları yaradıcı olaraq işləyib tətbiq etməyi öyrədən tapşırıqlardan istifadə edilməlidir;

- İntegrasiya: fənlərarası əlaqələrin məzmununda əks olunması müxtəlif fənlərdən olan mövzuları əlaqəli surətdə yüksək səmərə ilə öyrənməyə, çoxsaylı tədris fənlərini bir-biri ilə əlaqələndirməyə və beləliklə, təlimin məzmununun tamlığını və şagirdlərin təsəvvüründə dünyanın vahid mənzərəsinin inkişafını təmin etməyə imkan verməlidir;

- Təlim proqramlarının məzmununun tərtibində çeviklik: proqramların məzmununun variativliyi və sistematik olaraq təzələnməsi nəzərə alınmalıdır;

- Biliklərin ümumiləşdirilmiş şəkildə mənimsənilməsi: təlim proqramları ayrı-ayrı biliklərin mənimsənilməsinə deyil, biliklərin özəyini təşkil edən fundamental elmi məsələlərin, əsas ideyaların və dərin ümumiləşdirmələrin öyrənilməsinə təmin etməlidir;

- Gələcəyə istiqamətlənmə: təlimin məzmununda proqnoz və gələcək üçün əhəmiyyətli olan məsələlərin həlli elementlərini əks etdirməlidir;

- Təlimin nəticələrini əks etdirməsi: təlim proqramlarının təlimin sonunda şagirdin nələri bilmələrini, nəyi bacarmalarını və praktiki olaraq nəyə qabil olmalarını, məzmun standartlarını reallaşdırılmalıdır.

Müəllim şagirdlərdə təlimə maraq oyatmaq üçün dərslərdə yaradıcılıq əhval- rüsiyyəsi yaratmalı, təhsilənləri “tədqiqatçı” vəziyyətinə salmalıdır. Onları axtarıcılığa sövq etməklə nə işə tapa biləcəklərinə inam yaratmalıdır. Müəllim meydana çıxan bütün suallara cavab tapmaq üçün müstəqil fikirləşməyi şagirdlərin öhdəsinə buraxarsa, onda təlim forması problemin həllinə doğru istiqamətlənər.

## Ədəbiyyat siyahısı



- Hüseynov Ə., Hacıyeva H. və b. Ümumtəhsil məktəblərində biologiyanın tədrisində kurikulumun tətbiqi. Bakı, 2015, 148 s.
- Hüseynova E. Şəxsiyyətin fəal mövqeyinin inkişaf etdirilməsinin tarixi-pedaqoji səciyyəsi. Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutunun Elmi əsərləri. № 1, 2018 s. 23-28.
- İntegrativ kurikulum. Arnhem, Niderland, 2006, 261 s.
- İsmixanov M. Pedaqogikanın əsasları. Bakı, BDU, 2011, 289 s.
- İbrahimov F.N. Təlimin dərk edilməsinə “sistem-struktur” baxımından yanaşma. Bakı, 1999, 172 s.
- İbrahimova X.Q. Biologiyanın tədrisində fəal təlim metodlarının tətbiqi. Pedaqoji elmlər namizədi alimlik dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın avtoreferatı. Bakı, 2008, 18 s.

## FARKLI UYGULAMA YÖNTEMLERİ KULLANILARAK İÇ MEKÂN TEMİZLİK KİMYASALI İLE MUAMELE EDİLMİŞ SİPO (*Entandrophragma utile*) ODUNUNDA RENK PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Dr. Öğretim Üyesi Göksel ULAY<sup>1</sup>, Doç. Dr. Ümit AYATA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye,  
ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,

<sup>2</sup>Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Peyzaj Anabilim Dalı, Bayburt, Türkiye,  
Sorumlu yazar: ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

### Özet

Bu çalışmada, farklı uygulama yöntemleri kullanılarak sipo (*Entandrophragma utile*) ahşap yüzeylerine uygulanmış iç mekân temizlik kimyasalının [ $<5\%$  sodyum hipoklorit + yüzey aktif maddeleri (anyonik + noniyonik)] renk parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, farklı sürelerde (5, 15 ve 30 dakika) bekletme ve sünger uygulaması işlemi sonrasında muamele edilmiş örneklerin kontrol örnekleri ile kıyaslanması üzerinde durulmuştur. Bütün deney örnekleri üzerinde renk parametreleri belirlenmiştir. Belirlenmiş olan sonuçlara göre, varyans analizi testlerinde bütün renk parametreleri açısından uygulama faktörü anlamlı olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak,  $C^*$ ,  $b^*$  ve  $a^*$  değerleri bütün kimyasal uygulamalarından sonralarında azalmıştır.  $\Delta H^*$  değeri en düşük sünger uygulamasında belirlenirken, en yüksek ise 30 dakika bekletme uygulamasında tespit edilmiştir.  $\Delta E^*$  değeri en yüksek sünger uygulamasında (13.66) belirlenirken, 5 dakikadan 30 dakikaya doğru  $\Delta E^*$  değerleri artmıştır. Çalışmada kullanılan kimyasalın, farklı uygulamalar ile ahşaba muamele edilmesinden sonra ahşaba ait yüzeyler için renk parametrelerinde değiştirici bir oluşturduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Sipo, *Entandrophragma utile*, sodyum hipoklorit, renk.

### Investigation of color parameters in sipo (*Entandrophragma utile*) wood treated with indoor cleaning chemical using different application methods

In this study, the effect of interior cleaning chemical [ $<5\%$  sodium hypochlorite + surfactants (anionic + nonionic)] applied on wooden surfaces of sipo (*Entandrophragma utile*) using different application methods on color parameters was investigated. For this purpose, it was focused on the comparison of the treated samples with the control samples after the different times (5, 15 and 30 minutes) soaking and sponge application process. Color parameters were determined on all experimental samples. According to the determined results, the application factor was determined as significant in terms of all color parameters in the analysis of variance tests. In addition,  $C^*$ ,  $b^*$ , and  $a^*$  values decreased after all chemical treatment. The lowest  $\Delta H^*$  value was determined in the sponge application, while the highest was determined in the 30-minute soak application. While the  $\Delta E^*$  value was determined the highest in the sponge application (13.66),  $\Delta E^*$  values increased from 5 minutes to 30 minutes. It was observed that the chemical used in the study created a change in color parameters for wooden surfaces after the wood was treated with different applications.

**Keywords:** Sipo, *Entandrophragma utile*, sodium hypochlorite, color.

## 1. Giriş

Ahşap, sert ve selüloz lifli yapısal dokudan oluşan, doğal olarak oluşan organik bir kompozit malzemedir. Matrisede gömülü bu lifli güçlü gerilim yapıları, ağaçların ve diğer odunsu bitkilerin gövdelerinde ve köklerinde bulunur (Onuegbu ve Olaide, 2018).

Yenilenebilir bir kaynak olarak ahşap, doğası gereği yüksek mukavemet-ağırlık oranına sahip bir malzemedir ve çok sayıda uygulama için çok uygun olmaktadır (Xing ve ark., 2016).

Ahşap, kendine özgü özellikleri ve nispeten düşük fiyatı nedeniyle bir yapı malzemesi ve döşeme, mobilya ve iç dekorasyon için yaygın olarak kullanılan sürdürülebilir bir doğal kaynaktır. Ancak ahşabın iyileştirilmesi gerekebilecek bazı olumsuz özellikleri vardır. Örneğin, bazı uygulamalar daha yüksek biyolojik dayanıklılık ve daha iyi boyutsal kararlılık gerektirebilir (Xing ve Li, 2014).

Ahşabın eşsiz makro ve mikro özellikleri nedeniyle estetik değeri yüksektir ve iç dekorasyonda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu, odun kaynaklarının kıtlığını hızlandırdı. Yüzey dekorasyonu ahşabın önemli bir uygulama alanıdır ve ahşabın görsel özellikleri ile doğrudan ilişkilidir (Lu ve ark., 2023).

**Sipo/utile (*Entandrophragma utile*)** ağaç türü tropikal Afrika'da yaygındır. Fildişi Sahili'nde bol miktarda bulunur, Kamerun'un tüm ormanında bulunur ve Gabon ve Uganda'da yaygındır. Liberya'da *E. utile* güney - orta bölgede bulunur. Ağaç esas olarak nemli, yaprak döken yüksek ormanlarda yetişir, ancak bazı bölgelerde hem daha nemli bölgelerde hem de daha kuru yamaçlarda bulunur. Yarıyıl ormanlarını tercih eder, ancak ormanların oldukça hafif bazı kısımlarında doğal olarak yenilenir. Erken büyümesi yavaştır (Anonim, 1947; 1956).

FAO'ya (1984) göre bu tür, büyük miktarda kötüye kullanım nedeniyle Gana ve Nijerya'daki doğal dağılım alanlarında yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Genellikle ihracat pazarları için aşırı kullanımı olduğu kabul edilmektedir (Momo, 1993). Gana'da bu türün tahmini kaynak ömrü 20 yıldır (Alder, 1989).

Gana'da bu tür, cinsin diğer türlerine göre daha az yaygındır. Ülke içindeki kütüklü ormanlarda başarılı bir şekilde yenilediği görülmektedir, ancak yanmış kuru bölge ormanlarında yenilenme zayıftır (Hawthorne, 1989).

Lamprecht, (1989), türün Orta Afrika Cumhuriyeti'nde de yoğun olarak kullanıldığına dikkat çekmektedir. Uluslararası pazarda, Kongo'da meydana gelen *E. utile* kerestesinin özellikle arandığı düşünülmektedir. Bu türün meydana geldiği ülkenin güneyinde bulunan Chaillu Ormanı, yerel olarak aşırı kesilmiştir ve çiftçiler tarafından giderek daha fazla saldırıya maruz kalmaktadır.

Utile geniş, birbirine kilitlenmiş bir lif yapısına sahiptir ve çeyrek kesilmiş kereste üzerinde bir şerit figürü üretir (Ayensu ve Bentum, 1974). Utile, sapele ile aynı amaçlar için kullanılır ve iki ağaç genellikle ticarete karıştırılır. Marangoz yapımında, ince doğramalarda, mağaza armatürlerinde, kalıp ve çerçevelemede, gemi ve vagonlarda iç mekân çalışmalarında, kamyon kasalarında ve dekoratif kaplamalarda kullanılır. Kontrplak için kullanılır. Ancak genellikle yabancı tane gösterir (Anonim, 1947; 1956; Eggeling ve Harris, 1939).

Utile böcek saldırısına karşı orta derecede dayanıklıdır, diri odunu parke böcekleri tarafından saldırıya uğrayabilir (Ayensu ve Bentum, 1974).

Sipo odununda, ahşabına ait yapılmış çalışmalara bakıldığında; shore D sertlik değeri 68.40 (Esteves ve ark., 2021), selüloz %41.59, holoselüloz %64.28, lignin %30.36, pentozan %11.37, soğuk su çözünürlüğü %0.43, sıcak su çözünürlüğü %3.40, etil alkol çözünürlüğü %4.78, %1'lik NaOH çözünürlüğü %15.75 ve kül %0.57 (Pawlicka ve Waliszewska, 2011) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, farklı uygulama metotları kullanılarak sipo (*Entandrophragma utile*) odunu yüzeylerine uygulanmış iç mekân temizlik kimyasalları [karışım: <5 sodyum hipoklorit + yüzey aktif maddeleri (anyonik + noniyonik)] sonrasında meydana gelen renk parametrelerindeki değişimler incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Ahşap Malzemenin Temin Edilmesi

Sipo (*Entandrophragma utile*) ağaç türü bu çalışmada seçilmiştir. Deney malzemesi olarak kullanılan ahşap Bursa ilindeki ticari bir işletmeden 1. sınıf kalitede 85 x 300 x 25 mm olarak temin edilmiştir. Örnekler rastgele seçilen, budaksız, çatlaksız, ardaksız, düzgün liflere sahip, renk ve yoğunluk farkı olmayan özellikte olunmasına dikkat edilmiştir. Devamında ahşap örnekler TS ISO 13061-1, (2021)'e göre hazır hale getirilmiştir.

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. Kimyasal Uygulamaları

<5 klor bazlı ağartıcı (sodyum hipoklorit), anyonik ve noniyonik yüzey aktif madde içeren kimyasal karışım aşağıda verilen Çizelge 1'deki uygulamalara sahip olacak şekilde ahşap malzeme yüzeylerine uygulanmıştır.

Çizelge 1. Kimyasalın ahşap yüzeylere uygulanması

1	Ahşap yüzeylere sünger kullanılarak uygulama	sulu sünger ile durulama işlemi
2	5 lt su + 180 ml kimyasal çözeltinin bulunduğu ortamda 5 dakika bekletme	süre sonunda su ile yıkama işlemi
3	5 lt su + 180 ml kimyasal çözeltinin bulunduğu ortamda 15 dakika bekletme	süre sonunda su ile yıkama işlemi
4	5 lt su + 180 ml kimyasal çözeltinin bulunduğu ortamda 30 dakika bekletme	süre sonunda su ile yıkama işlemi

#### 2.2.2. Testler

##### 2.2.2.1. Optik Görünümün Belirlenmesi

CIE  $L^*a^*b^*$  sistemi ile rengi ölçmek için bir CS-10 (CHN Spec, Çin) marka renk ölçüm cihazının [aydınlama sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma), CIE D65 ışık kaynağı, CIE 10° standart gözlemcisi] cihazı kullanılmıştır (ASTM D 2244-3, 2007). Değerler aşağıdaki formüllerle renk değişimini hesaplamak için kullanılmıştır.

$$\Delta L^* = [L^*_{\text{kimyasal işlem görmüş odun örneği}} - L^*_{\text{kimyasal işlem görmemiş odun örneği}}] \quad (1)$$

$$\Delta a^* = [a^*_{\text{kimyasal işlem görmüş odun örneği}} - a^*_{\text{kimyasal işlem görmemiş odun örneği}}] \quad (2)$$

$$\Delta b^* = [b^*_{\text{kimyasal işlem görmüş odun örneği}} - b^*_{\text{kimyasal işlem görmemiş odun örneği}}] \quad (3)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (4)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (5)$$

$$\Delta C^* = [C^*_{\text{kimyasal işlem görmüş odun örneği}} - C^*_{\text{kimyasal işlem görmemiş odun örneği}}] \quad (6)$$

$$h^{\circ} = \arctan [b^*/a^*] \quad (7)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2} \quad (8)$$

Cividini ve ark., (2007) tarafından verilen Çizelge 1'deki renk değiştirme kriterleri ile bu çalışmada elde edilen toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar kıyaslanmıştır.

**Çizelge 1. Renk değiştirme kriterleri (Cividini ve ark., 2007)**

$\Delta E^*$ Değeri	→	Kriter İfadesi
$0.2 < \Delta E^*$	→	Görünmez fark
$0.2 < \Delta E^* < 2$	→	Küçük fark
$2 < \Delta E^* < 3$	→	Düşük kaliteli ekranda görünen renk farkı
$3 < \Delta E^* < 6$	→	Orta kalite ekranla görülebilen renk farkı
$6 < \Delta E^* < 12$	→	Yüksek renk farkı
$\Delta E^* > 12$	→	Farklı renk

### 2.3. İstatistiksel Analiz

Elde edilmiş olan veriler bir SPSS programında değerlendirilerek testlere ait olan yüzde (%) değişim oranları, homojenlik grupları, minimum ve maksimum değerleri ile standart sapmaları ve çok değişkenli varyans analizleri belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, ışıklılık ( $L^*$ ) değeri, kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu değeri, sarı ( $b^*$ ) renk tonu değeri, kroma ( $C^*$ ) değeri ve ton ( $h^o$ ) açısı değeri anlamlı olarak elde edilmiştir.

**Çizelge 2. Renk parametrelerine ait çok değişkenli varyans analizi sonuçları**

Test	Uygulama				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık ( $L^*$ ) değeri	964.111	4	241.028	108.964	0.000*
Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	285.195	4	71.299	65.211	0.000*
Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	269.520	4	67.380	57.020	0.000*
Kroma ( $C^*$ ) değeri	358.890	4	89.722	67.171	0.000*
Ton ( $h^o$ ) açısı değeri	949.107	4	237.277	176.675	0.000*
Test	Hata				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare		
Işıklılık ( $L^*$ ) değeri	97.328	44	2.212		
Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	48.108	44	1.093		
Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	51.995	44	1.182		
Kroma ( $C^*$ ) değeri	58.772	44	1.336		
Ton ( $h^o$ ) açısı değeri	59.093	44	1.343		
Test	Toplam		Düzeltilmiş Toplam		
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	
Işıklılık ( $L^*$ ) değeri	79745.696	49	1061.439	48	
Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	9630.946	49	333.303	48	
Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	26400.996	49	321.514	48	
Kroma ( $C^*$ ) değeri	35850.346	49	417.662	48	
Ton ( $h^o$ ) açısı değeri	173610.463	49	1008.200	48	

$\alpha \leq 0.05$  değeri için \*: Anlamlı

Renk parametrelerine ait test sonuçları Çizelge 3’de ve buna ait grafik Şekil 1’de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre,  $L^*$  değerlerinde kontrol deney örnekleri ile 30 dakika bekletme uygulamasına sahip deney örneklerinde belirgin bir fark görülmemektedir. Sürme tekniği ile en çok azalma %26.24 olarak elde edilmiştir (Çizelge 3).

$a^*$  parametrelerinde ise en yüksek kontrol örneklerinde elde edilirken, en düşük 30 dakika olarak kimyasalda bekletilmiş deney grubu örneklerinde belirlenmiştir. En az değişim sünger uygulamasında (%14.85) elde edilmiştir (Çizelge 3).

$b^*$  değerlerinde en yüksek kontrol örneklerinde tespit edilirken, en düşük sürme tekniği uygulamasına sahip deney grubu örneklerinde elde edilmiştir. En az değişim 5 dakika boyunca kimyasalda bekletilmiş deney grubu örneklerinde %8.85 oranında belirlenmiştir (Çizelge 3).

$C^*$  parametrelerinde ise en yüksek kontrol örneklerinde bulunurken, en düşük 5 dakika boyunca kimyasalda bekletilmiş deney grubu örneklerinde %10.78 oranında tespit edilmiştir. En yüksek



değişim sürme tekniğine sahip deney gurubu örneklerinde %23.69 oranında elde edilmiştir (Çizelge 3).

$h^{\circ}$  açısı değerlerinde sürme tekniğinin %6.76 oranında bir azalmaya sebep verdiği belirlenmiştir. 30 dakika bekletme uygulamasının %13.89 ve 15 dakika bekletme uygulamasının %12.95 oranında bir artışa sebep olduğu görülmektedir (Çizelge 3).

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 4’de verilmiştir. 5 dakikalık uygulamadan 30 dakikalık uygulamaya doğru gidildikçe toplam renk farkı değerlerinin arttığı görülmektedir. Buna ek olarak sürme tekniği ile elde edilen toplam renk farkı değerinin diğer uygulamalardan yüksek olduğu görülmektedir.

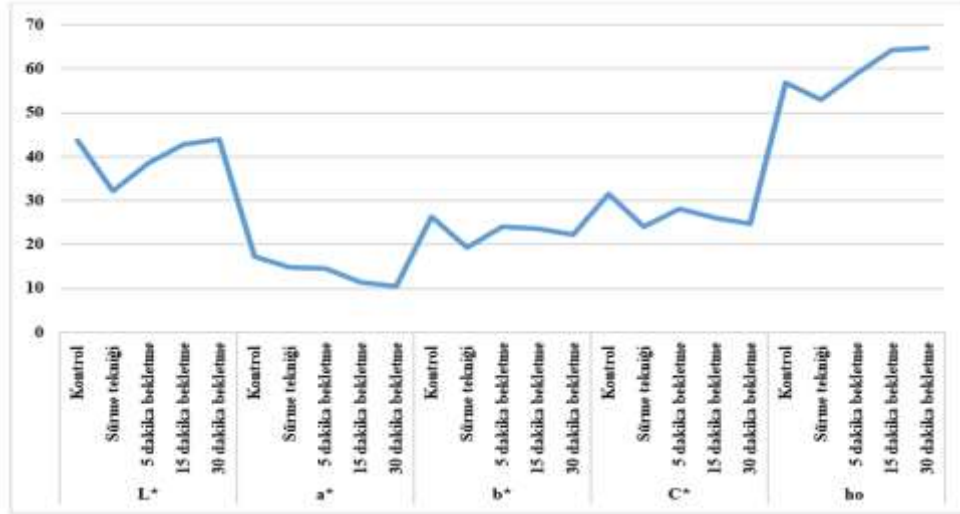
**Çizelge 3. Renk parametrelerine ait test sonuçları**

Test	Uygulama	N	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	COV
$L^*$	Kontrol	10	43.59	-	A	1.48	41.48	45.63	3.39
	Sürme tekniği	10	32.15	↓26.24	C**	1.44	29.09	33.74	4.47
	5 dakika bekletme	10	38.56	↓11.54	B	1.89	36.30	41.69	4.90
	15 dakika bekletme	10	42.71	↓2.02	A	0.66	41.78	43.85	1.56
	30 dakika bekletme	10	43.86	↑0.62	A*	1.66	42.17	47.69	3.78
$a^*$	Kontrol	10	17.21	-	A*	0.47	16.16	17.73	2.74
	Sürme tekniği	10	14.85	↓13.71	B	1.91	13.35	19.97	12.88
	5 dakika bekletme	10	14.54	↓15.51	B	0.72	13.46	15.70	4.92
	15 dakika bekletme	10	11.38	↓33.88	C	0.75	9.96	12.21	6.63
	30 dakika bekletme	10	10.51	↓38.93	C**	0.65	9.28	11.53	6.17
$b^*$	Kontrol	10	26.32	-	A*	1.07	24.17	27.84	4.05
	Sürme tekniği	10	19.24	↓26.90	D**	0.94	17.42	20.38	4.88
	5 dakika bekletme	10	23.99	↓8.85	B	0.93	22.79	25.01	3.87
	15 dakika bekletme	10	23.51	↓10.68	B	1.29	21.03	24.98	5.47
	30 dakika bekletme	10	22.19	↓15.69	C	1.18	20.96	24.97	5.32
$C^*$	Kontrol	10	31.45	-	A*	1.12	29.08	32.95	3.56
	Sürme tekniği	10	24.00	↓23.69	D**	0.97	22.24	25.37	4.04
	5 dakika bekletme	10	28.06	↓10.78	B	0.83	26.82	29.53	2.94
	15 dakika bekletme	10	26.12	↓16.95	C	1.47	23.27	27.80	5.63
	30 dakika bekletme	10	24.60	↓21.78	D	1.23	22.92	27.50	4.98
$h^{\circ}$	Kontrol	10	56.82	-	C	0.58	55.81	57.66	1.02
	Sürme tekniği	10	52.98	↓6.76	D**	1.52	51.56	55.70	2.87
	5 dakika bekletme	10	58.76	↑3.41	B	1.70	56.72	61.53	2.90
	15 dakika bekletme	10	64.18	↑12.95	A	0.54	63.42	64.89	0.84
	30 dakika bekletme	10	64.71	↑13.89	A*	1.00	63.26	66.23	1.55

N: Ölçüm Sayısı, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu, COV: Varyasyon Katsayısı, Homojenlik Grubu sütunu için \*: En yüksek değer, \*\*: En düşük değer

**Çizelge 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar**

Uygulama	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*$	Renk değiştirme kriterleri (Cividini ve ark., 2007)
Sürme tekniği	-11.44	-2.36	-7.08	-7.45	0.46	13.66	Farklı renk ( $\Delta E^* > 12$ )
5 dakika	-5.03	-2.67	-2.33	-3.39	1.04	6.15	Yüksek renk farkı ( $6 < \Delta E^* < 12$ )
15 dakika	-0.88	-5.83	-2.81	-5.33	3.67	6.53	
30 dakika	0.27	-6.70	-4.13	-6.85	3.88	7.87	



Şekil 1. Renk parametrelerine ait test sonuçları

$\Delta H^*$  değeri sürme tekniğinde en düşük sonucu vermiştir. 5 dakika uygulamasından 30 dakika uygulamasına doğru gidildikçe  $\Delta H^*$  değerlerinin arttığı görülmektedir.

Ayrıca, Cividini ve ark., (2007)'e göre verilmiş olan Çizelge 1'deki renk değiştirme kriterleri ile bu çalışma da elde edilen toplam renk farklılıkları kıyaslandığında sürme tekniği uygulanmış deney gurubu örneklerinde “*farklı renk ( $\Delta E^* > 12$ )*” kategorisi elde edilirken, diğer bütün uygulamalarda elde edilen sonucun “*yüksek renk farkı ( $6 < \Delta E^* < 12$ )*” kategorisinde olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Karal, (2017) tarafından yapılan çalışmada, hazırlanmış olan  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaSiO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$  ve  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  kimyasallarının sapsız meşe, sarıçam, Doğu kayını ve maun odunu türlerine ait deney malzemelerinin yüzeylerine uygulanması sonrasında  $b^*$ ,  $L^*$  ve  $a^*$  parametrelerinin değiştiği söylenmiştir.

Ulay ve Ayata, (2023a) tarafından,  $< 5\%$  klor bazlı ağartıcı (sodyum hipoklorit), anyonik ve noniyonik yüzey aktif madde içeren kimyasal karışımının farklı tekniklerle sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odununa uygulanması sonrasında en fazla  $\Delta E^*$  değerinin 30 dakika süre ile daldırma yöntemi ile elde edildiği bildirilmiştir.

Ulay ve Ayata, (2023b) tarafından, sodyum hipoklorit ( $\text{NaClO}$ ) kimyasalının farklı yöntemlerle sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununa uygulanması sonrasında en düşük  $\Delta E^*$  değerinin 30 dakika bekletme ile ve en yüksek  $\Delta E^*$  değerinin sünger ile sürme tekniği ile elde edildiği bildirilmiştir.

Wu ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmada, hidrojen peroksit ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) ile ağartılmış ihlamur odunu ahşap numuneleri 30, 60, 90, 120 ve 150 dakika sürelerince ağartılmıştır. Bulgulara göre, ağartma süresinin artmasıyla ve her bir bileşeni benzersiz bir ölçüde azaltırken selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriğinde düşüşler gösterdiği ifade edilmiştir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, sipo ahşap yüzeylerine farklı uygulama yöntemleri kullanılarak uygulanmış iç mekân temizlik kimyasalının [ $< 5\%$  sodyum hipoklorit + yüzey aktif maddeleri (anyonik + noniyonik)] renk parametreleri üzerinde meydana getirdiği değişiklikler incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

-  $C^*$ ,  $b^*$  ve  $a^*$  değerleri bütün kimyasal uygulamalarından sonralarında azalmıştır.

-  $\Delta H^*$  değeri en düşük sünger uygulamasında belirlenirken, en yüksek ise 30 dakika bekletme uygulamasında tespit edilmiştir.

- $\Delta E^*$  değeri en yüksek sünger uygulamasında 13.66 olarak bulunmuştur.
  - $\Delta E^*$  değerlerinin bekletme süresinin 5 dakikadan 30 dakikaya doğru artmasıyla artış gösterdiği görülmüştür.
- Çalışmada kullanılan kimyasalın, ahşaba ait yüzeyler üzerinde renk parametrelerinde değiştirici bir etki oluşturduğu söylenebilir.

## Kaynaklar

- Alder, D., (1989). Natural forest increment, growth and yield, In: Wong, J.L.G. (Ed.), Forest Inventory Project Seminar Proceedings March 1989, Accra. Overseas Development Administration (UK), Ghana Forestry Department.
- Anonim, (1947). Centre Technique Forestier Tropicale, Assie - sipo (*Entandrophragma utile* Sprague), Bois et Forêts des Tropiques, No. 3, 3rd Trimestre, pp 39-42. Nogent- sur- Marne (Seine) France.
- Anonim, (1956). British Forest Products Research Laboratory, A Handbook of Hardwoods. Department of Scientific and Industrial Research, Forest Products Research, Her Majesty's Stationery Office, London, 269 pp.
- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayensu, E.S., and Bentum, A., (1974). Commercial Timbers of West Africa, Mithsonian Contributions to Botany, Number 14, 73 pages.
- Cividini, R., Travan, L., and Allegretti, O., (2007). White beech: A tricky problem in drying process. In International Scientific Conference on Hardwood processing. Quebec City, Canada.
- Eggeling, W.J., and Harris, C.M., (1939). Forest Trees and Timbers of the British Empire, Vol IV, Fifteen Uganda Timbers, 120 pp., Oxford, Clarendon Press.
- Esteves, B., Şahin, S., Ayata, Ü., Domingos, I., Ferreira, J., and Gurleyen, L., (2021). The effect of heat treatment on shore - D hardness of some wood species, Bioresources, 16(1): 1482-1495. DOI: 10.15376/biores.16.1.1482-1495.
- FAO (1984). Report of the Fifth Session of the FAO Panel of Experts on Forest Gene Resources, Dec. 1981. FAQ, Rome, Italy.
- Hawthorne, W.D., (1989). The regeneration of Ghana's forests, Interim report March 1989. ODA Forestry Inventory Project.
- Karal, İ., (2017). Renklendirme ve renk açma işlemlerinin antifungal etkilerinin belirlenmesi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Düzce.
- Lamprecht, H., (1989). Silviculture in the Tropics, (GTZ) GmbH, Eschborn, Germany.
- Lu, D., Xiong, X., Lu, G., Gui, C., and Pang, X., (2023). Effects of NaOH/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> bleaching pretreatment method on wood dyeing Properties, Coatings 13(2): 233. DOI: 10.3390/coatings13020233.
- Momo, B.J., (1993). University of Liberia, In lift, to the S.A. of CITES of Germany.
- Onuegbu, V.I., and Alabi, I., (2018). Characterisation of Sawdust from *Entandrophragma Cylindricum* (Sapele), *Diospyrus crassiflora* (Ebony), *Triplochiton scleroxylon* (Obeche) and *Chlorophora excelsa* (Iroko) Woods, International Journal of Scientific & Engineering Research, 9(2): 1569-1576.
- Pawlicka, A., and Waliszewska, B., (2011). Chemical composition of selected species of exotic wood derived from the region of Africa, Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, 10(1): 37-41.

- TS ISO 13061-1, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri -Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2023a). İç mekân temizlik kimyasalına maruz kalmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odununda renk parametrelerinin incelenmesi, Duvar Kitapevi, Küreselleşen Dünyada Ziraat, Orman Ve Su Ürünleri, Editör: Prof. Dr. Alaeddin BOBAT, Bölüm Sayfaları: 61-75. ISBN: 978-625-6945-39-5.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2023b). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununda renk parametreleri üzerine sodyum hipoklorit (NaClO) kimyasalının etkisi, Karadeniz 12. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 3-5 Mart 2023, Rize, 380-388.
- Wu, Y., Wu, J., Yang, F., Tang, C., Huang, Q., (2019). Effect of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bleaching treatment on the properties of finished transparent wood, *Polymers*, 11(5): 776. DOI: 10.3390/polym11050776.
- Xing, D., and Li, J., (2014). Effects of heat treatment on thermal decomposition and combustion performance of *Larix* spp. *Wood, BioResources*, 9(3): 4274-4287.
- Xing, D., Li, J., Wang, X., and Wang, S., (2016). In situ measurement of heat-treated wood cell wall at elevated temperature by nanoindentation, *Industrial Crops and Products*, 87: 142-149. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.04.017.

## ANADOLU KESTANESİ (*Castanea sativa* Mill.) ODUNUNDA RENK VE PARLAKLIK DEĞERLERİ ÜZERİNE DIŞ ORTAM ŞARTLARININ ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Göksel ULAY<sup>1</sup>, Doç. Dr. Ümit AYATA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye,  
ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,

<sup>2</sup>Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Peyzaj Anabilim Dalı, Bayburt, Türkiye,  
Sorumlu yazar: ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

### Özet

Dış ortam şartlarına bağlı faktörler (güneş ışığı, don, yağmur, çığ, kırağı, sıcaklık, vb.) ile ahşap malzeme arasında bir etkileşim bulunmaktadır. Bu durum ile ahşabın sahip olduğu yüzey bir direnç özelliği sergilemektedir. Bu çalışmada, Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda doğal yaşlandırma performansı üzerine bazı yüzey özelliklerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Van İl'i dış ortam koşullarına karşı 3 ay süre (30, 60 ve 90 gün) ile bekletilmesi sonrasında meydana gelen renk parametreleri ve parlaklık ölçümleri (liflere dik ve paralel yönlere göre 60°) yapılmış olup elde edilen sonuçlar neticesinde dış ortam faktörlerinin ahşap yüzeylerinde değiştirici bir etkide bulunduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre,  $\Delta E^*$  değerleri 30 günlük sonunda 15.35, 60 günlük sonunda 14.24 ve 90 günlük sonunda 12.04 olarak bulunmuştur.  $\Delta C^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta H^*$  ve  $\Delta E^*$  değerleri yaşlandırma süresinin artmasıyla azalmıştır.  $L^*$  ve  $h^0$  değerleri azalırken,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri de yaşlandırma süreci sonunda artmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Doğal yaşlandırma, renk, parlaklık, ahşap malzeme, Anadolu kestanesi, *Castanea sativa* Mill.

### Effects of outdoor conditions on color and glossiness values of Anatolian Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood

#### Abstract

There is an interaction between the factors depending on the outdoor conditions (sunlight, frost, rain, dew, frost, temperature, etc.) and the wood material. With this situation, the surface of the wood exhibits a resistance feature. In this study, changes in some surface properties on natural weathering performance of Anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) wood were investigated. Color parameters and glossiness (60° relative to the perpendicular and parallel directions to the fibers) measurements were made after Van Province was kept for 3 months (30, 60 and 90 days) against outdoor conditions, and as a result of the results obtained, it was seen that external factors had a modifying effect on wood surfaces. According to the results obtained,  $\Delta E^*$  values were found to be 15.35 at the end of 30 days, 14.24 at the end of 60 days and 12.04 at the end of 90 days.  $\Delta C^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta H^*$  and  $\Delta E^*$  values decreased with increasing aging time. While  $L^*$  and  $h^0$  values decreased,  $a^*$ ,  $b^*$  and  $C^*$  values increased at the end of aging.

**Keywords:** Natural weathering, color, glossiness, wood material, Anatolian chestnut, *Castanea sativa* Mill.

## 1. Giriş

Ahşap, esas olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşan bir polimer kompleksidir. Selüloz uzun doğrusal bir polimerdir. Hemiselülozlar, kökenlerine bağlı olarak farklı kimyasal yapılardan oluşan polisakkaritlerdir (Henriques ve Azevedo, 2018).

Ahşap, esas olarak selüloz, hemiselülozlar, lignin ve bir miktar ekstraktiften oluşan karmaşık bir biyokütle malzemesidir. Yüksek dayanım-ağırlık oranı, darbe dayanımı ve kolay işlenebilir olma gibi avantajları sebebiyle binalarda, mobilyalarda ile kâğıt hamuru üretiminde vb. (Popescu ve Popescu, 2013) yaygın olarak kullanılmaktadır (Li ve ark., 2015).

Açık havada maruz kalan ahşap, kullanıcının beklentilerinin aksine, değişikliklere ve bozulmalar meydana gelebilir. Açıkta kalan malzemeler biyolojik bozulma yoluyla bozulabilir, yapıyı tahrip edebilir ve hizmet ömrünün kısalmasına neden olabilir. Yüzey gerilimleri kontrollere, çatlaklara yol açar ve yüzeyin daha da bozulmasına neden olur (Feist ve Hon, 1984; Altgen, 2016; Behr, 2020).

Ahşap, hem kentsel hem de kırsal dış ortamlara maruz kaldığında, farklı çevresel faktörlerin neden olduğu bir dizi yüzey bozulması reaksiyonuna maruz kalır (Liu ve ark., 2017; Bulian ve Graystone, 2009).

Ayrışma, malzemelerin hava koşullarına maruz kaldığında yavaş yavaş bozunmasını ifade etmek için kullanılan genel terimdir. Güneş ışığı, nem, sıcak/soğuk, rüzgâr, hava kirleticileri ve biyolojik faktörler gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir (Williams ve ark., 2005).

Farklı ahşap bileşenleri arasında lignin, hidroksil grupları, karboksil grupları, aromatik ve fenolik gruplar ve karbonil grupları gibi çeşitli reaktif grupları nedeniyle toplam UV ışınımının %80 ila %95'ini emer (Lesar ve ark., 2011).

Karmaşık ayrışma süreci, çoğunlukla UV ışığı tarafından tetiklenen fotokimyasal olarak başlatılan oksidasyon olarak açıklanır. Bu işlemlerin izlenmesi için yüzeye özgü aletler tercih edilir (Tolvaz ve Faix, 1995). Ahşap polimerik bir biyo-malzemedir ve UV ışık bölgesinde düşük yansıtıcılığa sahiptir (Chang ve Chang, 1995).

Literatürde çeşitli ağaç türleri üzerinde farklı sürelerle ait olan doğal yaşlandırma işlemlerinin yapıldığı bildirilmiştir (Mohebbi ve Saei, 2015; Gürleyen ve ark., 2022; Kerber ve ark., 2016; Gürleyen ve ark., 2023; de Almeida ve ark., 2021; Schnabel ve ark., 2009; Ulay ve Ayata, 2023; Gonzalez de Cademartori ve ark., 2015; Poohphajai ve ark., 2021; Sandak ve ark., 2015). Yapılan bu çalışmalarda yaşlandırma sonlarında renk parametrelerindeki değişimler açıklanmıştır.

Bu çalışmada, Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda renk parametreleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $C^*$ ,  $h^o$  ve  $b^*$ ), farklı yönlerde  $60^\circ$ 'de parlaklık [liflere ( $\parallel$ ) ve ( $\perp$ )] değerleri üzerine dış ortam şartlarının etkileri incelenmiştir. Bu ağaç türü hakkında bazı önemli bilgiler aşağıda verilmiştir; Kestane (*Castanea sativa* Mill.), toplam alanı 2 milyon hektardan fazla olan yaklaşık 15 Akdeniz ve Orta Avrupa ülkesinde yaygındır (Bourgeois, 1992). Anadolu Yarımadası'ndan İber Yarımadası'na kadar Akdeniz çevresinde bir dağılım gösterir (Fernández-Cruz ve Fernández-López, 2016). Avrupa kestanesinin (*Castanea sativa* Mill.), ilk evcilleştirildiği yer olan Kafkasya ve Türkiye'den geldiği düşünülmektedir (Zohary ve Hopf, 1988).

Kavrulmuş çekirdek kahve yerine kullanılabilir. Tohumdan şeker elde edilebilir (Facciola, 1990). Yaprakları ayrıca romatizma tedavisinde, bel ağrılarını hafifletmek ve sertleşmiş kas ve eklemleri rahatlatmak için kullanılabilir. Bir kaynatma, boğaz ağrılarını tedavi etmek için yararlı bir gargaradır (Chevallier, 1996).

Ateş ve sıtma tedavisinde bir infüzyon kullanılmıştır, ancak esas olarak boğmaca gibi konvülsif öksürüklerin ve solunum sisteminin diğer irritabl durumlarının tedavisindeki etkinlikleri için kullanılmaktadır (Grieve, 1984; Chiej, 1984).

Mobilya, ekipman ve marangozluk gibi katma değerli sektörler için uygun, modern imalat veya endüstriyel teknikler (lamine, kaplama, kereste, yapısal olmayan glulam ve masif ahşap paneller) kullanılarak işlenebildiği için Avrupa’da yetişen en çok yönlü ve beğenilen ağaçlardan biridir. (Bourgeois, 1992).

Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda, kül miktarı %0.82, holoselüloz %71.34, alfa selüloz %39.56, lignin %25.32, alkol-benzen çözünürlüğü %12.50, %1’lik NaOH çözünürlüğü %31.15, soğuk suda çözünürlük %9.86, sıcak suda çözünürlük %11.12 (Aytekin, 2011), tam kuru yoğunluk 0.508 gr/cm<sup>3</sup>, hava kurusu 0.540 gr/cm<sup>3</sup>, hacim yoğunluk değeri 0.448 gr/cm<sup>3</sup>, en yüksek su miktarı %156.54 (Ay ve Şahin, 2002), eğilme direnci 77.57 N/mm<sup>2</sup>, elastikiyet modülü 7729.76 N/mm<sup>2</sup>, liflere paralel basınç direnci 38.70 N/mm<sup>2</sup> (Aytaşkın, 2009), teğet yüzeyde vida tutma kapasitesi 22.95 N/mm<sup>2</sup> (Bal ve ark., 2018), shore D sertlik 59.00 HD (Türk ve Ayata, 2021), ısı iletkenlik değeri 0.114 W/m.K (Çavuş ve ark., 2019), 1 yıl deniz suyunda bekletildikten sonraki ağırlık kaybı %38.67 (Şen ve Yalçın, 2010), ağırlık kaybı *Gloeophyllum trabeum* için %0.80, *Postia placenta* için %2.74, *Pleurotus ostreatus* için %0.44, *Trametes versicolor* için %8.99 (Çolak, 2014) olarak bulunmuştur.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Ahşap Malzemenin Temin Edilmesi

Deney malzemesi Bursa/İnegöl ilçesindeki ticari bir işletmeden 1. sınıf kalitede 85x300x25 mm olarak temin edilmiştir. Mobilya, doğrama, yapı malzemesi ve yat/tekne imalat endüstrisinde sıklıkla kullanılan Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odunu türü seçilmiştir. Örnekler rastgele seçilen, budaksız, çatlaksız, düzgün liflere sahip, renk farkı olmamasına özen gösterilerek, TS ISO 13061-1’e göre hazır hale getirilmiştir. Deney örneklerinin hava kurusu (%12) hacimsel yoğunluğu 0.540 gr/cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir.

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. Yaşlandırma Uygulaması

Dış ortam yaşlandırma testi, yükselti 1726 metre olan ve Türkiye’nin doğusunda bulunan Van il merkezinde ve 01.06.2022 ile 01.09.2022 tarihler arasında toplamda 3 ayda tamamlanmıştır. Van ili günlük ortalama güneşlenme süresi 7.9 saat, yıllık sıcaklık ortalaması 9.4°C, minimum sıcaklık (-28.7) ve maksimum sıcaklık (37.5)’dir (URL-1, 2023). Numuneler açık havada, 90° eğimde, güney yöne bakacak şekilde ve ASTM D 1641 (2004) standardına göre zeminden bir metre (100 cm) yükseklikte konumlandırılmıştır. Deney örnekleri ölçüm öncesi 20±2°C ve %65 bağıl nem oranında olacak şekilde stabil hale getirilmiştir.

#### 2.2.2. Testler

##### 2.2.2.1. Optik Görünümün Belirlenmesi

CIE  $L^*a^*b^*$  sistemi ile rengi ölçmek için bir CS-10 (CHN Spec, Çin) marka renk ölçüm cihazının [aydınlama sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma), CIE D65 ışık kaynağı, CIE 10° standart gözlemcisi] cihazı kullanılmıştır (ASTM D 2244-3, 2007).

Genellikle, üç değişkenli bir rengin karakterize edilmesinden oluşmaktadır. Bunlar:  $L^*$ : ışıklılık,  $+a^*$ : kırmızı,  $-a^*$ : yeşil bileşen ve  $+b^*$ : sarı,  $-b^*$ : mavi bileşeni ifade etmektedir. Herhangi bir muameleden önceki ve sonraki durumu karşılaştırarak, Öklid mesafesi  $\Delta E^*$  olarak ifade edilen göreceli bir renk değişikliğini hesaplamak mümkündür (Anonim, 1997b; MacDougall, 2001; Bristow, 2009).

Renk farkı formülleri, iki numune arasındaki renk farkını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır. İdeal renk farkı formülü, tek bir başarılı/kalıcı formülüdür, yani bir ürünün rengi için başarılı veya başarısız olduğunu belirlemek için tek bir renk farkı değeridir (Wang ve ark., 2012).

Aşağıdaki renk değişim formülleri kullanılmıştır.

$$h^0 = \arctan [b^*/a^*] \quad (1)$$

$$\Delta a^* = [a^*_{\text{yaşlandırılmış odun örneği}} - a^*_{\text{yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad (2)$$

$$\Delta L^* = [L^*_{\text{yaşlandırılmış odun örneği}} - L^*_{\text{yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad (3)$$

$$\Delta b^* = [b^*_{\text{yaşlandırılmış odun örneği}} - b^*_{\text{yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad (4)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (5)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (6)$$

$$\Delta C^* = [C^*_{\text{yaşlandırılmış odun örneği}} - C^*_{\text{yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad (7)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2} \quad (8)$$

Cividini ve ark., (2007) tarafından verilen Çizelge 1'deki renk değiştirme kriterleri ile bu çalışmada elde edilen toplam renk farklılıklarına ait sonuç değerleri mukayese edilmiştir.

**Çizelge 1. Renk farklılaşma ölçütleri (Cividini ve ark., 2007)**

$\Delta E^*$ Değeri	→	Kriter İfadesi
$0.2 < \Delta E^*$	→	Görünmez fark
$0.2 < \Delta E^* < 2$	→	Küçük fark
$2 < \Delta E^* < 3$	→	Düşük kaliteli ekranda görünen renk farkı
$3 < \Delta E^* < 6$	→	Orta kalite ekranla görülebilen renk farkı
$6 < \Delta E^* < 12$	→	Yüksek renk farkı
$\Delta E^* > 12$	→	Farklı renk

### 2.2.2.2. Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Parlaklık test ölçümü 60°'de olmak üzere ISO 2813, (1994)'e uygun olarak ETB-0833 model glossmeter test cihazı kullanılarak odun liflerine paralel (||) ve dik (⊥) olarak (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN) gerçekleştirilmiştir.

### 2.3. İstatistiksel Analiz

Elde edilmiş olan veriler bir SPSS programında değerlendirilerek testlere ait olan yüzde (%) değişim oranları, en küçük ve en büyük değerler, homojenlik grupları ile standart sapma ve çok değişkenli varyans analizleri hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Toplam renk değişikliğine ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Bu verilere göre,  $\Delta E^*$  değeri 30 günlük yaşlandırma sonucunda 15.35, 60 günlük sonunda 14.24 ve 90 günlük sonunda 12.04



olarak elde edilmiştir.  $\Delta b^*$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta H^*$  ve  $\Delta E^*$  değerleri yaşlandırma süresinin artmasıyla azalmıştır. Ayrıca Cividini ve ark., (2007) tarafından verilmiş olan renk değiştirme kriterlerine göre her yaşlandırma sonunda “*farklı renk*” kriterlerine ait sonuçların elde edildiği görülmektedir.

**Çizelge 2.** Toplam renk değişikliğine ait sonuçlar

Yaşlandırma Süresi	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	$\Delta E^*$	Renk değiştirme kriterleri (Cividini ve ark., 2007)
1. ay sonunda	-9.05	5.24	11.24	12.39	0.40	15.35	Farklı renk
2. ay sonunda	-7.52	5.41	10.81	12.07	0.73	14.24	
3. ay sonunda	-6.74	4.43	8.94	9.96	0.58	12.04	

Renk parametreleri ve parlaklık değerlerine ilişkin çok değişkenli varyans analiz sonuçları Çizelge 3’de yer almıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ışıklılık ( $L^*$ ) değeri, kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu, sarı ( $b^*$ ) renk tonu, kroma ( $C^*$ ) değeri, ton ( $h^\circ$ ) açısı değeri ve  $\parallel 60^\circ$ ’de parlaklık değerleri için yaşlandırma süresinin anlamlı olarak elde edildiği görülürken,  $\perp 60^\circ$ ’de parlaklık değerleri için yaşlandırma süresinin anlamsız olarak belirlendiği görülmektedir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Renk parametrelerine ve parlaklık değerlerine ilişkin çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Test	Yaşlandırma Süresi				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık ( $L^*$ ) değeri	471.944	3	157.315	117.444	0.000*
Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	191.402	3	63.801	225.235	0.000*
Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	817.974	3	272.658	220.404	0.000*
Kroma ( $C^*$ ) değeri	1006.664	3	335.555	229.673	0.000*
Ton ( $h^\circ$ ) açısı değeri	9.641	3	3.214	16.031	0.000*
$\perp 60^\circ$ ’de parlaklık	0.675	3	0.225	2.189	0.106**
$\parallel 60^\circ$ ’de parlaklık	2.275	3	0.758	3.640	0.022*
Test	Hata				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık ( $L^*$ ) değeri	48.221	36	1.339	1.339	
Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	10.197	36	0.283	0.283	
Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	44.535	36	1.237	1.237	
Kroma ( $C^*$ ) değeri	52.596	36	1.461	1.461	
Ton ( $h^\circ$ ) açısı değeri	7.217	36	0.200	0.200	
$\perp 60^\circ$ ’de parlaklık	3.700	36	0.103	0.103	
$\parallel 60^\circ$ ’de parlaklık	7.500	36	0.208	0.208	
Test	Toplam		Düzeltilmiş Toplam		
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık ( $L^*$ ) değeri	152222.496	40	520.165	39	
Kırmızı ( $a^*$ ) renk tonu	7849.866	40	201.599	39	
Sarı ( $b^*$ ) renk tonu	41778.361	40	862.509	39	
Kroma ( $C^*$ ) değeri	49630.403	40	1059.260	39	
Ton ( $h^\circ$ ) açısı değeri	177895.095	40	16.858	39	
$\perp 60^\circ$ ’de parlaklık	335.000	40	4.375	39	
$\parallel 60^\circ$ ’de parlaklık	413.000	40	9.775	39	

$\alpha \leq 0.05$  değeri için \*: Anlamlı, \*\*: Anlamsız

Renk parametrelerine ve parlaklık değerlerine ilişkin test sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, yaşlandırmanın en sonunda (90. gün)  $h^\circ$  açısı ve  $L^*$  değerleri azalırken,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $60^\circ$ ’de yapılan liflere dik ve paralel yönlere sahip parlaklık değerlerinin arttığı görülmüştür.

Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) (Tonguç ve ark., 2022a), Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) (Tonguç ve ark., 2022b), göknar (*Abies* sp.) (Mohebbi ve Saei, 2015), meranti red (*Shorea curtisii*) (Ayata ve Can, 2023), karakavak (*Populus nigra*) (Bal ve Ayata, 2022), opepe (*Nauclea diderrichii*) (Ayata, 2022a), kızılçam (Ayata, 2022b) ve ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) (Çamlıbel ve Ayata, 2023) odunlarında yapılan doğal yaşlandırma uygulamaları sonrasında  $b^*$  değerlerinin arttığı bildirilmiştir.

**Cizelge 4.** Renk parametrelerine ve parlaklık değerlerine ilişkin test sonuçları

Test	Yaşlandırma Süresi	N	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Mini-mum	Maksi-mum	COV
$L^*$	Kontrol	10	67.37	-	A*	1.68	62.82	68.87	2.49
	30. gün sonunda	10	58.41	↓13.30	C**	1.02	56.78	59.60	1.75
	60. gün sonunda	10	59.94	↓11.03	B	0.75	58.69	61.56	1.25
	90. gün sonunda	10	60.63	↓10.00	B	0.97	59.28	62.48	1.60
$a^*$	Kontrol	10	10.09	-	C*	0.99	8.82	12.40	9.84
	30. gün sonunda	10	15.25	↑51.14	A	0.17	14.82	15.40	1.13
	60. gün sonunda	10	15.45	↑53.12	A*	0.30	14.67	15.67	1.91
	90. gün sonunda	10	14.52	↑43.90	B	0.18	14.34	14.93	1.21
$b^*$	Kontrol	10	24.28	-	C**	1.67	21.82	27.36	6.88
	30. gün sonunda	10	35.40	↑45.80	A*	0.61	33.97	35.94	1.71
	60. gün sonunda	10	35.03	↑44.28	A	1.25	31.49	35.67	3.57
	90. gün sonunda	10	33.22	↑36.82	B	0.48	32.29	33.83	1.43
$C^*$	Kontrol	10	26.29	-	C**	1.91	23.53	30.04	7.28
	30. gün sonunda	10	38.55	↑46.63	A*	0.62	37.06	39.09	1.62
	60. gün sonunda	10	38.28	↑45.61	A	1.25	34.74	38.94	3.28
	90. gün sonunda	10	36.26	↑37.92	B	0.47	35.44	36.92	1.30
$h^0$	Kontrol	10	67.48	-	A*	0.71	65.61	68.07	1.05
	30. gün sonunda	10	66.69	↓1.17	B	0.16	66.42	66.88	0.24
	60. gün sonunda	10	66.19	↓1.91	C**	0.43	65.03	66.56	0.65
	90. gün sonunda	10	66.39	↓1.62	BC	0.30	65.67	66.74	0.46
$L_{60^0}$	Kontrol	10	2.70	-	A	0.48	2.00	3.00	17.89
	30. gün sonunda	10	2.80	↑3.70	A	0.42	2.00	3.00	15.06
	60. gün sonunda	10	3.00	↑11.11	A*	0.00	3.00	3.00	0.00
	90. gün sonunda	10	3.00	↑11.11	A*	0.00	3.00	3.00	0.00
$\parallel_{60^0}$	Kontrol	10	3.00	-	B	0.00	3.00	3.00	0.00
	30. gün sonunda	10	2.90	↓3.33	B*	0.57	2.00	4.00	19.57
	60. gün sonunda	10	3.30	↑10.00	AB	0.48	3.00	4.00	14.64
	90. gün sonunda	10	3.50	↑16.67	A*	0.53	3.00	4.00	15.06

N: Ölçüm Sayısı, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu, COV: Varyasyon Katsayısı, Homojenlik Grubu sütunu için \*: En yüksek değer, \*\*: En düşük değer

#### 4. Sonuçlar

Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda yapılan Van İl'i dış ortam koşullarına karşı 3 ay süreli doğal yaşlandırma performansı sonrasında aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir;

- Yaşlandırma süresinin artmasıyla  $L^*$ ,  $h^0$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta C^*$ ,  $\Delta b^*$  ve  $\Delta H^*$  değerleri azalmış ve  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri ise artmıştır.
- Renk parametrelerine ait çok değişkenli varyans analizi sonuçlarında yaşlandırma süresi için anlamlı olarak elde edilmiştir.
- 30 günlük yaşlandırma sonunda  $\Delta E^*$ : 15.35, 60 günlük yaşlandırma sonunda  $\Delta E^*$ : 14.24 ve 90 günlük yaşlandırma sonunda  $\Delta E^*$ : 12.04 olarak tespit edilmiştir.
- Van İl'i açık hava koşullarında 3 aylık süreçte kestane odununda renk ve parlaklık değişimi meydana geldiği kullanıcı ve tasarımcılar tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir.

#### Kaynaklar

- Altgen, M., (2016). Impact of process conditions in open and closed reactor systems on the properties of thermally modified wood, Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- Anonim, (1997b). Color Technology in the Textile Industry, 2nd ed., American Association of Textile Colorists and Chemist.
- ASTM D 1641, (2004). Standard practice for conducting outdoor exposure test of varnishes, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ay, N., ve Şahin, H., (2002). Maçka-Çatak bölgesi Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* mill.) odununun bazı fiziksel özellikleri, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1: 63-71.
- Ayata, Ü., (2022a). Opepe (*Nauclea diderrichii*) ahşabında doğal yaşlandırma performansı üzerine bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, 1. Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Sempozyumu, 1-4 Aralık 2022, Abant - Bolu, Türkiye, 147-157.
- Ayata, Ü., (2022b). Dış ortam şartlarına maruz kalmış kızılçam odunda meydana gelen bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 5(2): 83-92. DOI: 10.33725/mamad.1184911.
- Ayata, Ü., ve Can, A., (2023). Meranti red (*Shorea curtisii*) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine dış ortam çevre şartlarının etkisi, Afrika 1. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 12 - 15 Ocak 2023, Kahire.
- Aytaşkın, A., (2009). Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Aytekin, E., (2011). Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ve Türk fındığı (*Carylus colurna* L.) odunlarından modifiye kraft yöntemi ile kağıt hamuru üretimi olanaklarının araştırılması, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Düzce.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., ve Efe, F.T., (2018). Ceviz, maun, kestane ve ıhlamur odunlarında vida tutma kapasitesinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi, 02-03 Kasım, Antalya, Türkiye, 1(1): 383-396.
- Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2022). Karakavak odununda renk, beyazlık indeksi ve parlaklık özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkisi, Akdeniz 8. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 19 - 20 Kasım 2022, Girne, 305-315.
- Behr, G., (2020). The influence of melamine treatment in combination with thermal modification on the properties and performance of native hardwoods (Doctoral dissertation, Georg-August-Universität Göttingen).
- Bourgeois C., (1992). Le châtaignier: un arbre, un bois, Institut pour le développement forestier IDF, Paris.
- Bristow, A., (2009). Optical properties of Pulp and Paper, in: M. Ek, G. Gellerstedt, G. Henriksson (Eds.), Pulp and Paper Chemistry and Technology: Paper Products Physics and Technology, De Gruyter, Berlin, pp. 145-167.
- Bulian, F., and Graystone, J., (2009). Wood Coatings Theory and Practice. Elsevier B.V. Oxford, UK.
- Chang, S.T., and Chang, H.T., (1995). Evaluation of surface color characteristics and lightfastness of wood by spectral reflectance curve, Quarterly Journal of Chinese Forestry, 29(1): 31-44.
- Chevallier, A., (1996). The Encyclopedia of Medicinal Plants Dorling Kindersley. London. ISBN: 9-780751-303148.

- Chiej, R., (1984). Encyclopaedia of Medicinal Plants. MacDonald. ISBN: 0-356-10541-5.
- Cividini, R., Travan, L., and Allegretti, O., (2007). White beech: A tricky problem in drying process. In International Scientific Conference on Hardwood processing. Quebec City, Canada.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2023). Ekaba (*Tetraberlinia bifoliolata* Haum.) ahşabında bazı yüzey özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkileri, Balkan Zirvesi 7. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 3 - 5 Şubat 2023, Üsküp,
- Çavuş, V., Sahin, S., Esteves, B., and Ayata, U., (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey, Bioresources, 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
- Çolak, G., (2014). Isıl işlemin (ThermoWood yöntemi) bazı ağaç türlerinin fiziksel özellikleri, çürüklük ve hava koşullarına karşı dayanıklılığı üzerine etkileri, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce.
- de Almeida, T.H., Almeida, D.H., Gonçaves, D., and Lahr, F.A.R., (2021). Color variations in CIELAB coordinates for softwoods and hardwoods under the influence of artificial and natural weathering, Journal of Building Engineering, 35: 101965. DOI: 10.1016/j.jobee.2020.101965.
- Facciola, S., (1990). Cornucopia - A Source Book of Edible Plants. Kampong Publications. ISBN: 0-9628087-0-9.
- Feist, W.C., and Hon, D.N.-S., (1984). Chemistry of weathering and protection. In: The Chemistry of Solid Wood. American Chemical Society, pp 401-451.
- Fernández-Cruz, J., and Fernández-López, J., (2016). Genetic structure of wild sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in northwest of Spain and their differences with other European stands. Conservation genetics, 17(4): 949-967. DOI: 10.1007/s10592-016-0835-4.
- Gonzalez de Cademartori, P.H., Missio, A.L., Dufau Mattos, B., and Gatto, D.A., (2015). Natural weathering performance of three fast-growing Eucalypt woods. Maderas. Ciencia y tecnología, 17(4): 799-808. DOI: 10.4067/S0718-221X2015005000069.
- Grieve, (1984). A Modern Herbal. Penguin. ISBN: 0-14-046-440-9.
- Gürleyen, L., Tonguç, F., Ergül, H.A., ve Ayata, Ü., (2022). *Eucalyptus globulus* Labill. odununda doğal yaşlandırma üzerine bazı yüzey özelliklerindeki değişikliklerin belirlenmesi, Gece Kitaplığı Yayınevi, Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler, Editör: Doç. Dr. Ümit AYATA, Bölüm Sayfaları: 277-296, ISBN: 978-625-430-565-8.
- Gürleyen, L., Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2023). Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkisi, Gece Kitaplığı Yayınevi, Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Güncel Araştırmalar, Editörler: Prof. Dr. Oğuzhan DOĞANLAR ve Dr. Öğr. Üyesi Figen CERİTOĞLU, Bölüm Sayfaları: 1-12. ISBN: 978-625-430-701-0.
- Henriques, D.F., and Azevedo, A.C.B., (2018). Outdoor wood weathering and protection. In REHABEND 2018 Congress on Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management (pp. 2007-2015). University of Cantabria.
- ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Kerber, P.R., Stangerlin, D.N., Pariz, E., de Melo, R.R., de Souza, A.P., and Calegari, L., (2016). Colorimetry and surface roughness of three amazon woods submitted to natural weathering, Nativa, Sinop, 4(5): 303-307. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n05a06.
- Lesar, B., Pavlič, M., Petrič, M., Skapin, A.S., and Humar, M., (2011). Wax treatment of wood slows photodegradation, Polymer Degradation and Stability, 96:1271-1278.
- Li, M.Y., Cheng, S.C., Li, D., Wang, S.N., Huang, A.M., and Sun, S.Q., (2015). Structural characterization of steam-heat treated *Tectona grandis* wood analyzed by FT-IR and 2D-IR correlation spectroscopy, 26(2): 221-225. DOI: 10.1016/j.ccl.2014.11.024.

- Liu, R., Pan, X., and Yang, Z., (2017). Measurement of three wood materials against weathering during long natural sunlight exposure. *Measurement*, 102: 179–185.
- MacDougall, D.B., (2001). Principles of colour measurement for food, in: E. Kress-Rogers, C.J.B. Brimelow (Eds.), *Instrumentation and Sensors for the Food Industry*, Woodhead Publishing, pp. 63-84.
- Mohebbi, B., and Saei, A.M., (2015). Effects of geographical directions and climatological parameters on natural weathering of fir wood, *Construction and Building Materials*, 94: 684-690. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2015.07.049.
- Poohphajai F., Sandak, J., Sailer, M., Rautkari, L., Belt, T., and Sandak, A., (2021). Bioinspired living coating system in service: evaluation of the wood protected with biofinish during one-year natural weathering, *Coatings*, 11(6): 701. DOI: 10.3390/coatings11060701.
- Popescu, C.-M., and Popescu, M.-C., (2013). A near infrared spectroscopic study of the structural modifications of lime (*Tilia cordata* Mill.) wood during hydro-thermal treatment, *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 115: 227-233. DOI: 10.1016/j.saa.2013.06.002.
- Sandak, J., Sandak, A., and Riggio, M., (2015). Characterization and monitoring of surface weathering on exposed timber structures with a multi-sensor approach, *International Journal of Architectural Heritage*, 9(6): 674-688. DOI: 10.1080/15583058.2015.1041190.
- Schnabel, T., Zimmer, B., and Petutschnigg, A.J., (2009). On the modelling of colour changes of wood surfaces, *European Journal of Wood and Wood Products*, 67: 141-149. DOI: 10.1007/s00107-008-0293-x.
- Şen, S., ve Yalçın, M., (2010). Türkiye denizlerinde bazı tropik ve yerli ağaç türlerinde oluşan tahribatın incelenmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, Türkiye, Cilt: IV, Sayfa: 1631-1638.
- Tolvaz, L., and Faix O., (1995). Artificial ageing of wood monitored by DRIF spectroscopy and CIEL\*a\*b\* colour measurements, 1. effect of UV light, *Holzforschung*, 49: 397-404.
- Tonguç, F., Ergül, H.A., ve Ayata, Ü., (2022a). Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) odununda doğal yaşlandırma performansı, *Platanus Yayın Grubu*, Editör: Prof. Dr. Nilda ERSOY, Basım sayısı: 1, ISBN: 978-625-8261-57-8, Bölüm Sayfaları: 595-609.
- Tonguç, F., Ergül, H.A., ve Ayata, Ü., (2022b). Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda renk, parlaklık ve beyazlık indeksi üzerine doğal yaşlandırma uygulamasının etkisi, *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2): 116-126.
- TS ISO 13061-1, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Türk, M., ve Ayata, Ü., (2021). Türkiye’de yetişen bazı ağaç türlerine ait odunlarda shore D sertlik değerleri üzerine ısı işleminin etkisi, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 4(2): 166-173. DOI: 10.33725/mamad.1005127.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2023). Lotofa (*Sterculia rhinopetala*) odunu yüzeylerinde doğal yaşlandırma performansı, 3. Uluslararası Karadeniz Modern Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 23-24 Mart 2023, Samsun, 829-938.
- URL-1, (2023). Metereoloji Genel Müdürlüğü, İllere göre iklim envanteri, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=VAN>.
- Wang, H., Cui, G., Luo, M.R., and Xu, H., (2012). Evaluation of colour-difference formulae for different colour-difference magnitudes, *Color Research & Application*, 37(5): 316-325. DOI: 10.1002/col.20693.
- Williams, R.S., (2005). Weathering of wood. In *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*, 2nd ed.; Rowell, R.M., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2005; pp. 139-185.



Zohary, D., and Hopf, M., (1988). *Domestication of Plants in the Old World*, Clarendon Press, Oxford.

## BETONUN ÇÖKME VE BASINÇ DAYANIMININ MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİ KULLANILARAK TAHMİN EDİLMESİ

Enes AVCİ<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Gökhan ALTUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bursa Büyükşehir Belediyesi

0000-0002-7774-9138

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

0000-0002-9345-9907

### ÖZET

Beton gibi karmaşık kompozit bir malzemenin davranışını belirlemek ve beton bileşenleri, yaşı, çevresel koşullar ve diğer tüm parametreler ve bunlar arasındaki etkileşimleri anlamak amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon, genetik programlama gibi farklı matematiksel modelleme teknikleri kullanılmaktadır. Son zamanlarda diğer matematiksel modellere nazaran çok daha yüksek performans sergileyen yapay zeka modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller doğrusal olmayıp, bir sistemdeki girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki karmaşık ilişkileri, bu ilişkilerin kaynağı hakkında daha önceden bilgi sahibi olmadan belirleyebilmektedir. Bu çalışmada, yüksek dayanımlı betonun basınç dayanımı ve çökme değerleri makine öğrenmesi modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu bağlamda, rastgele orman (RF), karar ağacı (DT), destek vektör regresörü (SVR), gradyan artırma regresörü (GBR), aşırı gradyan artırma (XGB) ve hafif gradyan artırma makineleri (LGBM) olmak üzere altı farklı model kullanılmıştır. İlk olarak veriler söz konusu modellere verilmeden önce normalizasyon işlemi ile standartlaştırılmıştır. Ayrıca kullanılan veri seti, eğitim ve tahmin kümesi olacak şekilde iki bölüme ayrılmıştır. Tahmin edilen veriler ile gerçek veriler doğrusal korelasyon katsayısı, ortalama karekök hatası, ortalama mutlak hata ve ortalama mutlak yüzde hatası göstergeleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde, RF ve LGBM algoritmalarının diğer algoritmalara kıyasla daha doğru tahminlerde bulunduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Beton, basınç dayanımı, çökme, yayılma, makine öğrenmes

### ABSTRACT

Different mathematical modeling techniques such as linear and nonlinear regression, genetic programming, etc. are used to determine the behavior of a complex composite material like concrete and to understand the interactions between concrete components, age, environmental

conditions, and other parameters. Recently, artificial intelligence models have been developed that perform much better than other mathematical models. These models are nonlinear and can determine complex relationships between input and output variables in a system without prior knowledge of the source of these relationships. In this study, machine learning models were used to predict the compressive strength and slump values of high-strength concrete. Six different models were used, including random forest (RF), decision tree (DT), support vector regressor (SVR), gradient boosting regressor (GBR), extreme gradient boosting (XGB), and light gradient boosting machines (LGBM). Firstly, the data was standardized using normalization before being given to the models. Additionally, the dataset was divided into two parts: training and prediction sets. The predicted values were evaluated by comparing them with actual data using linear correlation coefficient, mean squared error, mean absolute error, and mean absolute percentage error indicators. As a result, it was found that RF and LGBM algorithms provided more accurate predictions than other algorithms.

**Keywords :** Concrete, compressive strength, slump, flow, machine learning

## 1. GİRİŞ

Temel olarak çimento, su ve agregadan oluşan betona farklı mineral katkı, kimyasal katkı, lif gibi malzemeler ilave edilerek betonun birçok özelliği iyileştirilebilmekte ve çeşitli özel betonlar üretilebilmektedir. Örneğin, silis dumanı, metakaolin gibi mineral katkıların betona katılması ile dayanım artmakta, uçucu kül ve cüruf gibi mineral katkıların kullanılması ile de dayanıklılık ve işlenebilirlik artmaktadır. Öte yandan su azaltıcı katkının kullanımı ile sabit su/bağlayıcı oranında daha yüksek işlenebilirlik sağlanmakta ve yüksek dayanımlı beton, kendiliğinden yerleşen beton gibi bazı özel betonlar üretilebilmektedir [1-3].

Beton gibi karmaşık kompozit bir malzemenin davranışını belirlemek ve beton bileşenleri, yaşı, çevresel koşullar ve diğer tüm parametreler ve bunlar arasındaki etkileşimleri anlamak amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon, genetik programlama gibi farklı matematiksel modelleme teknikleri kullanılmaktadır. Son zamanlarda diğer matematiksel modellere nazaran çok daha yüksek performans sergileyen yapay zeka modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller doğrusal olmayıp, bir sistemdeki girdi ve çıktı değişkenleri arasındaki karmaşık ilişkileri, bu ilişkilerin kaynağı hakkında daha önceden bilgi sahibi olmadan belirleyebilmektedir [4].



Topçu et al. [5] tarafından yapılan çalışmada, betonların mekanik özellikleri belirlenmiş ve betona gömülen çeliğin korozyon performansları analiz edilmiştir. Her numunenin korozyon akımları, bir veri kaydedici kullanılarak beş dakikalık aralıklarla ölçülmüştür. Korozyon akımları, ileri beslemeli yapay sinir ağları kullanılarak modellenmiştir. Ölçülen sonuçlar daha sonra ortalama karekök hata, ortalama mutlak yüzde hata ve korelasyon katsayısı kriterleri açısından modellerle karşılaştırılmıştır. Yapay sinir ağı (ANN) kullanılarak korozyon akımları için doğru modelleme sonuçlarının elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Hammoudi et al. [6] tarafından yapılan çalışmada, geri kazanılmış iri agrega içeren betonların 7, 28 ve 56 günlük basınç dayanımları ANN ve tepki yüzey metodolojisi (RSM) modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre hem ANN hem de RSM'nin tahmin için güçlü araçlar olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca, ANN ve RSM modelleri deneysel verilerle korelasyonunun yüksek olduğu ancak ANN modelinin daha yüksek doğruluk gösterdiği ifade edilmiştir.

Aydogmus et al. [3] tarafından yapılan çalışmada, yüksek dayanımlı betonun çökme akışı tahmininde, en çok tercih edilen grup öğrenme yöntemlerinden biri olan torbalama (Bag) kullanılmıştır. Bu kapsamda, sınıflandırma ve regresyon ağaçları (CART), destek vektör makineleri (SVM), çok katmanlı algılayıcı (MLP) ve radyal tabanlı işlev sinir ağları (RBF) olmak üzere dört farklı yapay zeka modeli tercih edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Bag modellerinin (Bag-SVM, Bag-CART, Bag-MLP, Bag-RBF), temel modellere (SVM, CART, MLP, RBF) kıyasla daha yüksek tahminlerde bulunduğu belirlenmiştir. Ünlü [7] tarafından yapılan çalışmada ise yine yüksek dayanımlı betonların çökme değerleri, destek vektör regresyonu (SVR), M5P karar ağacı, rastgele orman (RF) ve MLP regresyon makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak tahmin edilmiş olup MLP regresyon algoritmasının yaygın olarak kullanılan istatistiksel hata değerlendirme metrikleri açısından diğerlerinden daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Nguyen-Sy et al. [8] tarafından yapılan çalışmada, betonun basınç dayanımı ANN, SVM ve XGB olmak üzere üç farklı makine öğrenmesi metodu kullanılmıştır. Kullanılan üç yöntemde doğru sonuçlar verdiği ancak XGB algoritmasının diğerlerine kıyasla hem daha doğru tahminler verdiği hem de daha hızlı eğitildiği gözlemlenmiştir. Nguyen et al. [9] tarafından yapılan çalışmada ise, yüksek dayanımlı betonun basınç ve çekme dayanımları SVR, MLP, GBR ve

XGB yapay zeka algoritmaları kullanılarak tahmin edilmiş olup GBR ve XGB algoritmalarının diğerlerinden daha kesin sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

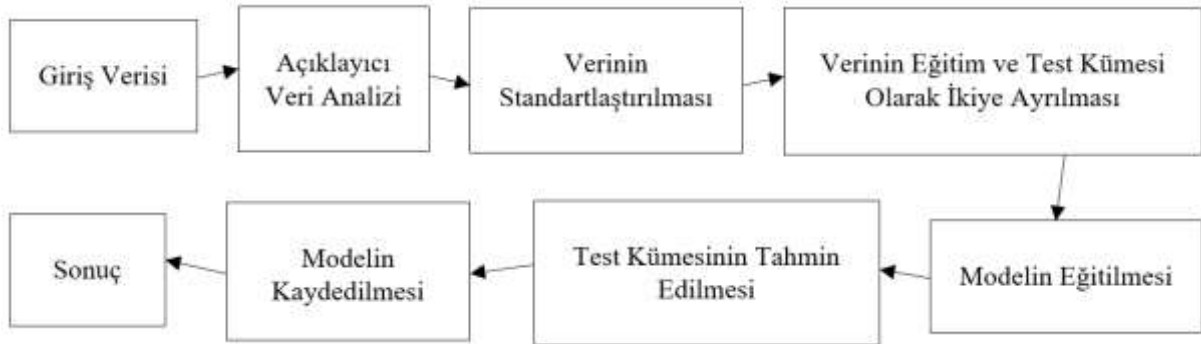
Bu çalışmada, Yeh [10] tarafından yayınlanmış veri seti kullanılmıştır. Veri setinde yedi farklı özniteliğe sahip 103 adet veri satırı bulunmaktadır. Çalışmada betonun basınç dayanımı ve çökme değerlerini tahmin etmek amacıyla RF, DT, SVR, GBR, XGB ve LGBM olmak üzere altı farklı algoritma kullanılmıştır.

## 2. YÖNTEM

Çalışmada kapsamında kullanılan akış şeması Görsel 1’de gösterilmiştir. Çalışmada veriyi anlamlandırmak amacıyla ilk olarak istatistiksel veri analizi yapılmıştır. Ardından veriler standartlaştırılarak eğitim ve test kümesi olarak ikiye ayrılmıştır. Eğitim kümesi olarak belirlenen toplam verinin %80’i makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak eğitilmiştir. Eğitilen modellerle test kümesi verileri tahmin edilmiştir. Makine öğrenmesi modellerini, verileri eğitmek için kullanmadan önce ön işleme yapılmıştır. Öznitelikler tek tip bir ölçekte olmadığından, eğitim sürecinin büyüklüğü fazla olan bir veya birkaç özelliğin hakimiyetinden kaçınmak için aynı aralığa normalize edilmiştir. Bu bağlamda, eğitimden önce özniteliklerin normalizasyonu 0 ile 1 aralığına uygulanarak işlem yapılmıştır. Modeller normalleştirilmiş veriler kullanılarak eğitildikten sonra, çıktı özelliklerinin tahmine dayalı sonuçları, test aşamasında orijinal ölçeğine geri döndürülmüştür [9].

### 2.1. Veri Seti ve İstatistiksel Analizi

UCI Machine Learning Repository [11]’den online temin edilen ve toplam 103 satırdan oluşan veri setine ait istatistiksel detaylar Çizelge 1’de verilmiştir. Veri setinde herhangi bir eksik data bulunmamaktadır. Veri seti çimento, su, iri ve ince agrega, cüruf, uçucu kül, süper akışkanlaştırıcı (SP) olmak üzere yedi adet girdiden ve çökme, yayılma ve 28 günlük basınç dayanımı (CS) olmak üzere 3 adet çıktıdan oluşmaktadır.



**Görsel 1. Akış Şeması**

Çizelge 1’den görüldüğü üzere bileşenler ağırlıkça kullanılmış olup veri setinde çimento miktarı 137-374 kg/m<sup>3</sup>, cüruf miktarı 0-193 kg/m<sup>3</sup>, uçucu kül miktarı 0-260 kg/m<sup>3</sup>, su miktarı 160-240 kg/m<sup>3</sup>, süper akışkanlaştırıcı (Sp) miktarı 4,4-19 kg/m<sup>3</sup>, iri agrega miktarı 708-1049,9 kg/m<sup>3</sup> ve ince agrega miktarı 640,6-902 kg/m<sup>3</sup> aralığındadır. Söz konusu bileşenler kullanılarak hazırlanan karışımların çökme, yayılma ve 28 günlük basınç dayanımları (CS) sırasıyla 0-29 cm, 20-78 cm ve 17,19-58,53 MPa aralığındadır. Verileri makine öğrenmesi modellerine vermeden önce kullanılacak verileri daha iyi anlamak, analiz etmek, varsa aykırı değeri olan verileri çıkarmak, verideki çarpıklık ve basıklıkları düzeltmek amacıyla istatistiksel analizi yapılmıştır. Verilerin ortalama, standart sapma, varyans, çarpıklık ve basıklık değerleri hesaplanmış olup sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Veri Setine Ait İstatistiksel Detaylar**

Özellik	Tanı m	Biri m	Mi n	Mak	Ortalama	Standart sapma	Varyans	Skewnes s	Kurtosis	Eksik veri
Çimento	Girdi	kg/m <sup>3</sup>	137	374	229,89	78,88	6222	0,145	-1,689	0%
Cüruf	Girdi	kg/m <sup>3</sup>	0	193	77,97	60,46	3655	-0,193	-1,390	0%
Uçucu kül	Girdi	kg/m <sup>3</sup>	0	260	149,01	85,42	7297	-0,680	-0,733	0%
Su	Girdi	kg/m <sup>3</sup>	160	240	197,17	20,21	408	0,264	-0,793	0%
Sp	Girdi	kg/m <sup>3</sup>	4,4	19	8,54	2,81	8	1,126	1,834	0%
İri agrega	Girdi	kg/m <sup>3</sup>	708	1049,9	883,98	88,39	7813	0,121	-0,821	0%
İnce agrega	Girdi	kg/m <sup>3</sup>	640,6	902	739,60	63,34	4012	0,266	-0,615	0%
Çökme	Çıktı	cm	0	29	18,05	8,75	77	-1,113	-0,093	0%
Yayılma	Çıktı	cm	20	78	49,61	17,57	309	-0,521	-0,898	0%
CS (28 gün)	Çıktı	MPa	17,19	58,53	36,04	7,84	61	0,192	0,203	0%

Veri setindeki tüm girdi ve çıktılar arasındaki ilişkileri daha iyi anlamak amacıyla özelliklerin korelasyonları analiz edilmektedir. Böylece bir özelliğe diğerleri arasındaki ilişki gözlemlenebilmekte ve kullanılacak tahmin modeli için fayda sağlanabilmektedir. Korelasyon katsayısı aşağıda yer alan Pearson denklemi ile belirlenmiştir. Denklem 1’ de rxy korelasyon katsayısını, X ve Y iki farklı özelliği temsil ederken, tepe çubuğu ve alt simge i, sırasıyla ortalama değeri ve i. gözlemi temsil etmektedir [9].

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

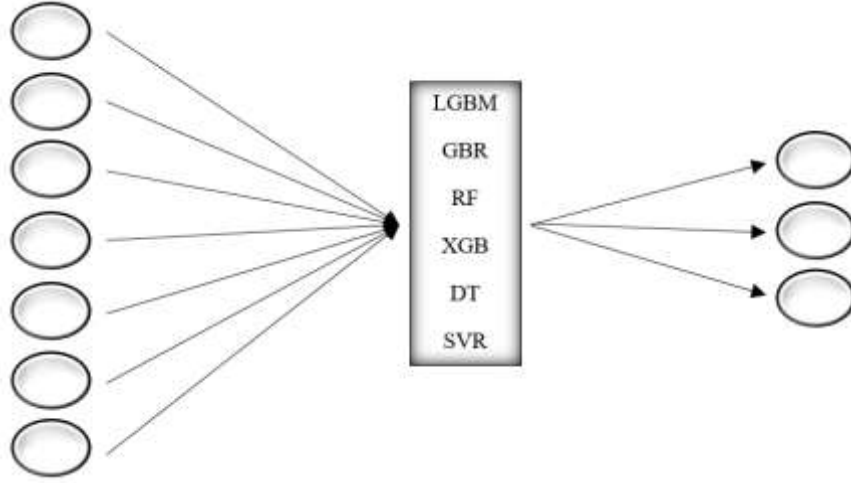
Korelasyon katsayısı 0’a yaklaştıkça özellik çiftleri arasındaki ilişki zayıflamakta, -1 veya 1’e yaklaştığında ise güçlenmektedir. Diğer bir ifadeyle 0 değeri ilişkinin olmadığını, 1 değeri mükemmel derecede bir korelasyon olduğunu, -1 ise mükemmel derecede negatif bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Veri setine ait korelasyon matrisi (ısı haritası) Görsel 2’de gösterilmiştir.



Görsel 2. Korelasyon Matrisi (Isı Haritası)

## 2.2. Makine Öğrenmesi Algoritmaları

Bu çalışmada, DT, RF, GBR, SVR, XGB ve LGBM algoritmaları kullanılmıştır (Görsel 3). Karmaşık regresyon problemlerini daha basit problemlere indirgeyerek çözen hiyerarşik veri yapısı olan karar ağacı büyük sayıda veri ve değişkene sahip veri kümelerine uygulanabilir. Bu yaklaşım örnek uzayını alt uzaylara ayırarak her alt uzaya farklı bir model uygulayabilmesiyle güçlüdür. Yüksek derecede anlaşılabilirler ve dahili karar düğümleri ve yapraklardan oluşurlar. Her karar düğümü, bir test fonksiyonu uygular ve giriş verileri her düğümde test edilir. Bu işlem kökten başlar ve yaprak düğümüne ulaşıncaya kadar tekrarlanır, bu noktada yapraktaki değer çıktıyı oluşturur [12, 13].



**Görsel 3. Makine Öğrenmesi Modelleri Mimarisi**

Denetimli makine öğrenmesi modeli olan destek vektör makinelerinin temel fikri, giriş vektörlerini önceden belirlenmiş bir hipernitelik, yani makine öğrenimi modelinin eğitimi sırasında önceden başlatılan ve sabitlenen bir parametre olan bir nonlinear çekirdek işlevi kullanarak yüksek boyutlu bir özellik uzayına eşlemesidir. Bu özellik uzayında, öğrenme makinesinin yüksek genelleştirilmesini sağlayan özelliklere sahip bir doğrusal karar yüzeyi oluşturulur. SVR, hem sınıflandırma hem de regresyon uygulamalarında geniş çapta kullanılmaktadır [9].

Sınıflandırma, regresyon ve özellik seçimi problemlerine uygulanabilen makine öğrenimi yöntemlerinden rastgele orman yöntemi, temel sınıflandırıcı olarak bir karar ağacı kullanan, torbalama ve rastgele alt uzay teorisini birleştiren bir birlikte öğrenme modelidir. RF

algoritması, iki rastgele süreç tanıtır: biri, eğitim setinden yerine koyma ile örnekleme yaparak kendine özgü bir eğitim seti oluşturmak için örnek verileri rastgele seçmek; diğeri ise bir karar ağacı oluşturma sürecinde aday bölme öznitelikleri olarak özellik özniteliklerini rastgele seçmektir. İki rastgele sürecin tanıtımı, RF modelinin aykırı ve gürültülü veriye karşı hassas olmasını ve aşırı öğrenme sorununu iyi bir şekilde aşmasını sağlar [14].

LGBM modeli, yüksek boyutlu verilerin etkisini azaltmak, hesaplama süresini hızlandırmak ve tahmin sisteminin aşırı uydurmasını önlemek için histogram tabanlı bir algoritma benimser. LGBM algoritmasının temel kavramları, bir histogram algoritması, derinlik limiti ile yaprak büyütme stratejisi, kategori özellikleri desteği, histogram özellik optimizasyonu, gradyan tek taraflı örnekleme teknolojisinin kullanımı, çoklu iş parçacığı optimizasyonu ve önbellek isabet oranı optimizasyonudur [15].

Sınıflandırma türü problemler için geliştirilen ve daha sonra regresyon tabanlı modelleri çözmek için ilerleyen gradyan artırma regresörü, birlikte öğrenme yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde, birden çok zayıf öğrenici birleştirilerek güçlü bir öğrenici elde edilir. Burada, yeni bir öğrenme ağacı sıralı olarak eklenir. Diğeri bir ifade ile ilk iterasyonda, algoritma, genel eğitim hatasını azaltmak için ilk zayıf öğreniciyi, yani ilk ağacı öğrenir. İkinci iterasyonda, algoritma, ilk ağacın yaptığı hatayı azaltmak için ikinci ağacı öğrenir. Algoritma, modelin istenen bir düzeye ulaşması gibi makul kalite bir model oluşturana kadar bu işlemi tekrarlar. XGB ise, modelle ilişkili aşırı uydurmayı önlemek için bir düzenleme fonksiyonu ekler [9, 16].

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve DEĞERLENDİRME

Çalışmada kullanılan makine öğrenmesi modellerinin performanslarını değerlendirmek amacıyla, sırasıyla Denklem 2-5' de yer alan doğrusal korelasyon katsayısı ( $R^2$ ), ortalama karekök hatası (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE) ve ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) göstergeleri dikkate alınmıştır. Burada  $y$  ve  $y^{\wedge}$  sırasıyla gerçek değer ve tahmin edilen değerdir,  $y$  gerçek değerlerin ortalamasını ifade ederken  $n$  ise test veri örneklerinin sayısını temsil etmektedir.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y - \hat{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2}, \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y - \hat{y})^2}, \quad (3)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y - \hat{y}|, \quad (4)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y - \hat{y}}{y} \right| \times 100, \quad (5)$$

MAE değeri tahmin edilen ve gerçek değerler arasındaki ortalama mutlak farkın bir ölçüsüdür, MAPE değeri tahmin edilen ve gerçek değerler arasındaki ortalama mutlak farkı gerçek değerlere göre yüzde olarak belirleyen ölçüt ve RMSE değeri tahmin edilen ve gerçek değerler arasındaki ortalama logaritmik farkın bir ölçüsüdür.  $R^2$  değeri ise modelin veriye ne kadar iyi uyduğunun bir ölçüsüdür. Doğrusal korelasyon katsayısının 1'e yakın olması modelin doğru tahmin yeteneğinin yüksek olduğu ifade etmektedir. Buna ilaveten RMSE, MAE ve MAPE hata değerlerinin düşük olması da daha iyi tahmin eden modele ulaşıldığını göstermektedir. Diğer bir ifade ile  $R^2$  ne kadar 1'e yakınsa ve RMSE, MAE ve MAPE hata oranları ne kadar düşükse kullanılan modelin tahmini o kadar iyidir [9].

Çalışma kapsamında kullanılan veri seti yedi girdiden üç çıktıdan oluşmakta olup her bir çıktı için ayrı ayrı modeller oluşturulmuştur. Kullanılan RF, DT, SVR, GBR, XGB ve LGBM makine öğrenmesi algoritmalarının korelasyon katsayısı ve hata değerleri Çizelge 2-4'te verilmiştir. Çizelge 2' de basınç dayanımı korelasyon katsayısı ve hata değerleri sonuçları, Çizelge 3' de yayılma korelasyon katsayısı ve hata değerleri sonuçları, Çizelge 4' te ise çökme korelasyon katsayısı ve hata değerleri sonuçları verilmiştir.

**Çizelge 2. Basınç Dayanımı Korelasyon Katsayısı ve Hata Değerleri Sonuçları**

MODELS	MAE	MAPE	RMSE	R <sup>2</sup>
LGBM	1,990	0,054	2,497	0,877
GBR	1,996	0,052	2,628	0,863
RF	2,173	0,060	2,727	0,853
XGB	2,445	0,068	3,108	0,809
DT	2,900	0,079	3,848	0,707
SVR	5,779	0,155	7,066	0,013

**Çizelge 3. Yayılma Korelasyon Katsayısı ve Hata Değerleri Sonuçları**

MODELS	MAE	MAPE	RMSE	R <sup>2</sup>
LGBM	10,965	0,287	14,942	0,021
GBR	10,240	0,296	15,094	0,001
RF	9,746	0,245	11,889	0,380
XGB	10,303	0,283	14,402	0,091
DT	14,557	0,302	19,984	-0,750
SVR	12,583	0,318	15,062	0,006

**Çizelge 4. Çökme Korelasyon Katsayısı ve Hata Değerleri Sonuçları**

MODELS	MAE	MAPE	RMSE	R <sup>2</sup>
LGBM	5,696	1,186	7,408	-0,043
GBR	5,295	2,099	7,757	-0,144
RF	4,667	2,228	6,008	0,314
XGB	4,862	2,768	7,256	-0,001
DT	6,571	5,040	9,664	-0,776
SVR	5,095	4,570	7,439	-0,052

R<sup>2</sup> ve MAPE değerleri boyutsuz iken, RMSE ve MAE değerlerinin birimleri basınç dayanımı için MPa, çökme ve yayılma için ise cm'dir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde genel olarak LGBM ve RF algoritmalarının diğerlerine kıyasla daha iyi tahminler yaptığı tespit edilmiştir. Tüm göstergeler arasından R<sup>2</sup> ve RMSE değerleri dikkate alınarak karşılaştırıldığında basınç dayanımı sonuçları açısından, LGBM ve GBR algoritmalarının diğerlerine kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Yine çökme ve yayılma sonuçları açısından



değerlendirildiğinde RF algoritmasının her ikisinde de daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Genel olarak, çökme değerlerini tahmin etmede kullanılan modellerin yeterince başarılı olmadığı anlaşılmakta olup daha gelişmiş modellerin veya farklı yaklaşımların gerekli olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yeh [10] tarafından yayınlanan veri setinin kullanıldığı çalışmada, betonun basınç dayanımı ve çökme değerlerini tahmin etmek amacıyla RF, DT, SVR, GBR, XGB ve LGBM olmak üzere altı farklı model kullanılmıştır. Her bir model için  $R^2$ , MAE, MAPE ve RMSE göstergeleri belirlenmiştir. Bu çalışmada geliştirilen kodlar <https://github.com/enesavci16/concrete.git> adresinde açık kaynaklı hale getirilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde LGBM ve RF modellerinin diğerlerine kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Bir modelin performansı, veri kümesinin boyutu ve kalitesi, özellik seçimi ve model eğitiminde kullanılan belirli hiperparametreler gibi çeşitli faktörlere bağlı olabilir. Bu nedenle, LGBM ve RF modelleri bu çalışmada en iyi performansı göstermiş olsa da, her durumda en iyi model olmayabilir.  $R^2$  ve hata oranları dikkate alındığında hem veri setinin hem de tüm makine öğrenmesi modellerinin iyileştirilmesine ihtiyaç olduğu neticesine varılmıştır. Bu bağlamda;

Makine öğrenmesi modellerinin daha iyi eğitilebilmesi, daha yüksek doğru tahmin yeteneğine sahip olması ve hata oranlarının minimuma yaklaşması için kullanılan 103 satırlık veri setinin sayısının artırılması gerekmektedir.

Kullanılan veri setine yeni özniteliklerin eklenmesi veya var olan özniteliklerden yeni özniteliklerin türetilmesi ile daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

Hiper parametre ayarı ve çapraz doğrulama gibi teknikler kullanılarak modellerin performansları iyileştirilebilir.

Birden fazla modelin tahminleri birleştirilerek, genellikle önyargı ve değişkenlik azaltılarak performans artırılabilir.

Farklı model tipleri denenerek, veriye daha uygun bir model bulunabilir.

Düzenleştirme tekniklerinin uygulanması ile, aşırı uyumlanma önlenebilir ve model genelleştirmesi artırılabilir.

## KAYNAKÇA

- [1] Mardani-Aghabaglou, A., Tuyan, M., Yılmaz, G., Arıöz, Ö., & Ramyar, K. (2013). Effect of different types of superplasticizer on fresh, rheological and strength properties of self-consolidating concrete. *Construction and Building Materials*, 47, 1020-1025.
- [2] Mardani-Aghabaglou, A., Sezer, G. İ., & Ramyar, K. (2014). Comparison of fly ash, silica fume and metakaolin from mechanical properties and durability performance of mortar mixtures view point. *Construction and Building Materials*, 70, 17-25.
- [3] Aydogmus, H. Y., Erdal, H. I., Karakurt, O., Namli, E., Turkan, Y. S., & Erdal, H. (2015). A comparative assessment of bagging ensemble models for modeling concrete slump flow. *Computers and Concrete*, 16(5), 741-757.
- [4] Güneyisi, E., Gesoglu, M., & Özbay, E. (2009). Evaluating and forecasting the initial and final setting times of self-compacting concretes containing mineral admixtures by neural network. *Materials and structures*, 42, 469-484.
- [5] Topçu, İ. B., Boğa, A. R., & Hocaoglu, F. O. (2009). Modeling corrosion currents of reinforced concrete using ANN. *Automation in Construction*, 18(2), 145-152.
- [6] Hammoudi, A., Moussaceb, K., Belebchouche, C., & Dahmoune, F. (2019). Comparison of artificial neural network (ANN) and response surface methodology (RSM) prediction in compressive strength of recycled concrete aggregates. *Construction and Building Materials*, 209, 425-436.
- [7] Ünlü, R. (2020). An assessment of machine learning models for slump flow and examining redundant features. *Computers and Concrete*, 25(6), 565-574.
- [8] Nguyen-Sy, T., Wakim, J., To, Q. D., Vu, M. N., Nguyen, T. D., & Nguyen, T. T. (2020). Predicting the compressive strength of concrete from its compositions and age using the extreme gradient boosting method. *Construction and Building Materials*, 260, 119757.
- [9] Nguyen, H., Vu, T., Vo, T. P., & Thai, H. T. (2021). Efficient machine learning models for prediction of concrete strengths. *Construction and Building Materials*, 266, 120950.
- [10] Yeh, I. C. (2006). Analysis of strength of concrete using design of experiments and neural networks. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 18(4), 597-604.
- [11] UCI Machine Learning Repository: Concrete Slump Test Data Set
- [12] Taffese, W. Z., Sistonen, E., & Puttonen, J. (2015). CaPrM: Carbonation prediction model for reinforced concrete using machine learning methods. *Construction and Building Materials*, 100, 70-82.
- [13] Zhang, J., Li, D., & Wang, Y. (2020). Toward intelligent construction: Prediction of mechanical properties of manufactured-sand concrete using tree-based models. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120665.



- [14] Liu, K., Alam, M. S., Zhu, J., Zheng, J., & Chi, L. (2021). Prediction of carbonation depth for recycled aggregate concrete using ANN hybridized with swarm intelligence algorithms. *Construction and Building Materials*, 301, 124382.
- [15] Chen, H., Li, X., Feng, Z., Wang, L., Qin, Y., Skibniewski, M. J., ... & Liu, Y. (2023). Shield attitude prediction based on Bayesian-LGBM machine learning. *Information Sciences*, 632, 105-129.
- [16] Bhamare, D. K., Saikia, P., Rathod, M. K., Rakshit, D., & Banerjee, J. (2021). A machine learning and deep learning based approach to predict the thermal performance of phase change material integrated building envelope. *Building and Environment*, 199, 107927.

## SENTINEL-1A RADAR GÖRÜNTÜ SETİ İLE C BAND DESTEKLİ INTERFEROMETRİ UYGULAMASI: KAYSERİ EVRENSEL KIŞ SPORLARI MERKEZİ ÖRNEĞİ

**Dr. Öğr. Üyesi, Okan YELER<sup>1</sup>, Öğr. Gör., Nergiz ÜZEL GÜNİNİ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,  
0000-0002-0405-4829

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama  
Bölümü,– 0000-0002-7377-7545

### ÖZET

Uzaktan Algılama Teknolojileri 'nin gittikçe gelişim göstererek yaygınlaşması, yer bilimleri konularında ve alt başlıklarında ciddi çalışmalar ortaya konulmasına imkân sağlamaktadır. RADAR veri setleri de bu teknolojilerin kullanılmasına tüm gün kesintisiz görüntü alabilme yeteneği ve desteklenen yazılım araçları ile önemli bir veri kaynağı olarak kullanılabilmesine ve hassas ölçümler yardımı ile somut çalışmalar ortaya konulabilmesine katkı sunmaktadır. Özellikle İnterferometrik SAR (InSAR) veri seti, Sayısal Yükseklik Modeli oluşturmanın yanı sıra faz bilgisine de sahip olduğundan analizlerde yükseklik verisi de oluşturabilmektedir. Bunu yaparken bant özelliklerine göre veriler indirilerek; kar-su değişimleri, deprem ve erozyon ölçümleri ve ürün verimliliği gibi bilgileri sunabilmektedir. Çalışma kapsamında; İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan, Kayseri ili sınırları içerisinde yer alan ve evrensel kış sporları merkezi olarak kurulan alanda, 2022-2023 kış sezonu (aralık, ocak ve şubat ayları) kar derinlikleri incelenmiştir. Sentinel-1A görüntü seti ve C band görüntü özelliğinin kullanıldığı interferometri analiz sonuçları, meteoroloji kar yüksekliği verileri ile karşılaştırılarak doğrulukları test edilmiştir. Doğruluk oranının 0,70 korelasyon değeri ile orta düzeyde ve güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak karın uygun alan planlama çalışmalarında önemli bir faktör olduğunun belirtilmesi amaçlanmıştır. Bu konuda yapılacak yatırımlar ve yeni uygulamalarda dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca Uzaktan Algılama Teknoloji'lerinin planlama çalışmalarına katkıları ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** RADAR, Interferometri, InSAR, Kış Sporları, Rekreasyon, Kayseri

### 1. GİRİŞ

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de kış turizmi önemli bir yere sahiptir ve son yıllarda popüleritesi artmıştır. Kış destinasyon noktaları genellikle kar yağışı bol olan ve karın yerde kalma süresinin uzun olduğu ayrıca topoğrafik olarak eğimi fazla bölgelerde gelişmiş bir turizm çeşididir. Kar yağışının fazla olması ve uzun süre karın yerde kalması kış kompleks alanları için arzulanan bir durumdur. Bundan dolayıdır ki yüksekliği ve eğimi fazla dağlık alanlar kış sporları için uygundur. (Demiroğlu, 2014).

Yüksek çözünürlüklerinden dolayı SAR sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca tüm hava koşullarında 7 gün 24 saat görüntü elde edebilmesi, konum belirleme ve yer yüzü gözetleme gibi farklı alanlarda uygulama deneyimine sahiptir. İnterferometrik SAR'da sinyalin büyüklüğü hedefin geri yansıtma özelliğini ortaya koyarken, faz bilgisi hedefe olan uzaklığa göre belirlenen bir değer verir. İnterferometrik SAR, yükseklik bilgisi elde etmek için aynı konumdaki iki SAR görüntüsündeki karşılık gelen piksellerin faz farkını kullanır. Bu nedenle, bir görüntünün faz değeri tek başına anlamsızdır. Geleneksel SAR yöntemlerinden farklı olarak, interferometrik SAR teknikleri, faz bilgisinin yanı sıra hedeften geri yansıyan sinyalin büyüklüğünü kullanarak bir hedefin üçüncü boyutunu ölçme fırsatı sunar. Bu nedenle, genellikle dünyanın topografyasını haritalamak veya belirli bir alanda meydana gelen topoğrafik değişiklikleri gözlemlemek için kullanılır (Yeler, 2021; Yeler ve Aydın, 2023).

Avrupa Uzay Ajansı bünyesinde yürütülmekte olan Sentinel 1, uydu olarak takımların ilkidir. Bu uydu takımının görev alanı, aynı düzlemde ve yörüngede yer alan Sentinel-1A ve Sentinel-1B adlı iki uyduyu kapsamaktadır. Bu uydular içerisinde 24 saat tüm hava etmenlerinde veri toplayabilen C-bandı sentetik açıklıklı radar sensörünü bulundurmaktadır. Sensör, 400 km'ye kadar ulaşabilen bir alana ve 5 metreye kadar uzamsal çözünürlüğe sahiptir. Yörüngelerinin 12'şer günlük bir periyotta tekrar döngüsü vardır. Sentinel-1 uydularının uygulama alanları ise; deniz izleme, arazi değişim tespiti ve izlenmesi ve acil müdahale olaylarının takibidir (Sentinel 1 Team, 2013).

Sentinel-1A SAR uydusu, farklı çözünürlük ve tarama genişlikleri ile 4 farklı özel modda çalışabilen C-bandı (5.405 GHz) görüntüleme yeteneğine sahip bir sisteme sahiptir. Sentinel-1A uydu sistemleri için görüntüleme modları; strip-map modu 80 km uzunluğunda 5 metre çözünürlük, ekstra geniş bir tarama modu, 400 km<sup>2</sup>'lik bir tarama genişliği 40 m çözünürlük verisi sunar ve 20 m çözünürlükte 250 km<sup>2</sup>'lik bir tarama genişliğinde interferometrik veri elde etmek için her iki uydunun ardışık çalışmasıyla tek geçişli bir interferometrik modu içermektedir. (Rignot vd., 2008).

Kış rekreasyonu için önemli merkezlere sahip olan Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesinde bulunan Kayseri ilini kış turizmi açısından önemli kılan sebeplerden bazıları şunlardır; şehrin güneyinde buzullar ve erimemiş karlarla kaplı, en yüksek zirvesi 3917 metre olan ziyaret edilebilecek bir dağ olması, farklı yönlerden gelen yolların kesişme noktasında bulunması ve su, hava şartlarının her çeşidini barındıran bir çevrenin ortasında yer alması. (İzbirak, 1947: 416).

Çalışma kapsamında; İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan, Kayseri ili sınırları içerisinde yer alan ve evrensel kış sporları merkezi olarak kurulan alanda, 2022-2023 kış sezonu (aralık, ocak ve şubat ayları) kar derinlikleri incelenmiştir. Sentinel-1A görüntü seti ve C band görüntü özelliğinin kullanıldığı interferometri analiz sonuçları, meteoroloji kar yüksekliği verileri ile karşılaştırılarak doğrulukları test edilmiştir. Doğruluk oranının 0,70 korelasyon değeri ile orta düzeyde ve güvenilir olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile kış rekreasyon alanlarının planlanarak yeni yatırımların yapılması ve bu yatırımların sürdürülebilir olması açısından önemli bir faktör olan kar kalınlığının önemi belirtilmiştir. Ayrıca Uzaktan Algılama Teknolojilerinin planlama çalışmalarına katkıları ortaya konulmuştur.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma kapsamında, Kayseri ilinde aktif olarak hizmet veren Kayseri Erciyes Kış Sporları Merkezi alanı ele alınmıştır (Görsel 1). Çalışma kapsamında kullanılan alanın, Kayseri ili bölgesi içerisinde seçilmesinin sebepleri; yüksek rakıma sahip olması, kar miktarının rekreasyonel aktiviteler açısından elverişli olması, yersel ölçüm yapan bir meteoroloji istasyonuna ve uluslararası standartlarda bir tesise sahip olması olarak sıralanabilir. Bu alan içerisinde bulunan en önemli tesisleşme Erciyes Kayak Merkezi olarak gözlenmiştir. Bu merkez içerisinde, yerleşim yerlerine 25 km uzaklıkta ve 1800 m ile 3000 m arası değişen yükselti alanları bulunmaktadır. Merkez envanterinde yer alan kayak tesisleri yükseklik oranları 2150-3400 metre aralığında değişmektedir. Mevcut kullanımda olan pistlerinin eğim oranları %10 ile %50 arasında değişmektedir. (Anonim 1, 2023; Anonim 2, 2023). Ülkemizdeki en gelişmiş suni kar sistemine sahip olup, 15 adet kar makinesi ile km'lik pistler kar olmadığı zamanlarda bile kar üretebilmekte ve bu da pistlerin sezon boyunca açık tutulmasında fayda sağlamaktadır. Bu nedenle Erciyes Kayak Merkezi, kasım ayından nisan ayına kadar aktif ve kesintisiz bir kayak sezonu yaşamaktadır (Kaya, 2018).



Görsel 1. Çalışma Alanı Coğrafi Konumu

### 2.2. Veri Setleri:

Çalışma içerisinde iki farklı veri seti kullanılmıştır. Bu veri setleri; Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) verileri ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan günlük ve aylık kar yüksekliği değerleridir. Elde edilen ve araştırma amaçlı kullanılan tüm veriler, Kayseri Evrensel Kış Sporları Merkezi sınırları içerisinde temin edilmiştir.

#### 2.2.1. Kar Derinliği Verileri

Çalışma alanı içerisinde yer alan, Erciyes Kayak Merkezi (İstasyon No: 18149) istasyonundan, kış sezonunu (2022-2023) kapsayan (Aralık, Ocak ve Şubat ayları) aylık maksimum kar değişimi verileri ve günlük ortalama kar derinliği verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3).

**Çizelge 1. Erciyes Kayak Merkezi İstasyonu (İstasyon No: 18149) Aylık Ortalama Kar Derinliği (Anonim 1, 2023)**

Yıl	Ay	Değer	Birim
2022	Aralık	85	cm
2023	Ocak	140	cm
2023	Şubat	156	cm

**Çizelge 2. Erciyes Kayak Merkezi Aylık Maksimum Kar Derinliği (Anonim 2, 2023)**

Yıl	Ay	Değer	Birim
2022	Aralık	115	cm
2023	Ocak	155	cm
2023	Şubat	165	cm

**Çizelge 3. Erciyes Kayak Merkezi İstasyonu (İstasyon No: 18149) Günlük Kar Derinliği (Anonim 1, 2023)**

Gün/Ay/Yıl	Değer	Birim
05/12/2022	80	cm
17/12/2022	93	cm
10/01/2023	135	cm
22/01/2023	153	cm
15/02/2023	148	cm
27/02/2023	164	cm

#### 2.2.2. SAR tabanlı RADAR verileri

Bu tarz çalışmalarda kullanılacak uydu görüntüleri ve programlarla ilgili literatürde birçok çalışmanın varlığı tespit edilmiş olup, bu amaçla kış rekreasyonu planlanan ya da hâlihazırda

kış turizmi amacıyla kullanılan alanlarda önemli bir yere sahip olan kar kalınlığına yönelik Sentinel-1A uydusu C band veri setinin kullanılmasının uygun olduğu gözlenmiştir (Coltelli, 1996; Wynne ve O'Connor, 1998; Campbell, 2002; Rabus vd., 2003; Painter ve Dozier, 2004; Rignot vd., 2008; Joughin vd., 2010; Lievens vd., 2019) SAR sistemleri hakkında genel bilgiler Çizelge 4'te yer almaktadır.

**Çizelge 4. SAR Sistemlerinin Özellikleri (Lievens ve ark., 2015)**

<b>Fırlatma Yılı</b>	<b>Uydu</b>	<b>Ülke</b>	<b>RADAR Bandı</b>	<b>Pol. Modu</b>	<b>Bakış Açısı</b>	<b>Çözünürlük</b>
<b>2014</b>	Sentinel- 1A	ESA	C	Çift	20-47 °	5-40 m
<b>2016</b>	Sentinel- 1B	ESA	C	Çift	20-47 °	5-40 m

Sentinel-1A SAR uyduları farklı çözünürlük ve tarama genişliğine sahip 4 farklı spesifik modda çalışabilen bir C-band (5.405 GHz) görüntüleme özelliği sistemine sahiptir. Sentinel-1A uydu sistemleri için görüntüleme modları; strip-map modu 80 km uzunluğunda 5 metre çözünürlük, ekstra geniş bir tarama modu 400 km<sup>2</sup>lik bir tarama genişliği 40 m çözünürlük verisi sunar ve 20 m çözünürlükte 250 km<sup>2</sup>lik bir tarama genişliğinde interferometrik veri elde etmek için her iki uydunun ardışık çalışmasıyla tek geçişli bir interferometrik modu içermektedir. (Rignot vd., 2008).

Kayseri Evrensel Kış Sporları alanı içerisinde yer alan Erciyes Kayak Merkezi çalışması için kullanılacak RADAR verileri ESA Copernicus veri tabanından alınmıştır, veri periyodu 2022 yılı Aralık, 2023 yılı Ocak ve Şubat aylarını kapsayacak biçimde, 12'şer gün aralıklar ile alınan ve bu tarihlerdeki aynı track değerlerindeki görüntülerden oluşmaktadır (Çizelge 5).

**Çizelge 5. Çalışmada Kullanılan SAR Veri Seti Özellikleri**

<b>Görüntü Tarihi</b>	<b>Uydu Platformu</b>	<b>Ürün Tipi</b>	<b>Polarizasyon</b>	<b>Sensör Modu</b>
<b>05.12.2022</b>	Sentinal-1A	SLC	VV,VH	IW
<b>17.12.2022</b>	Sentinal-1A	SLC	VV,VH	IW
<b>10/01/2023</b>	Sentinal-1A	SLC	VV,VH	IW
<b>22/01/2023</b>	Sentinal-1A	SLC	VV,VH	IW
<b>15/02/2023</b>	Sentinal-1A	SLC	VV,VH	IW
<b>27/02/2023</b>	Sentinal-1A	SLC	VV,VH	IW

### 2.3. Yöntem



Çalışma içeriğinde, günümüzdeki teknolojik ilerlemeler ile gelişen uzaktan algılama veri sağlayıcı sistemlerinden olan RADAR verileri yardımıyla interferometri yöntemi uygulanmış ve kış turizmi yapılan alanlarda kayak merkezleri yatırımlarının sürdürülebilirliği için önemli faktörler arasında yer alan kar derinliğini tespit edebilmek ve kış aylarındaki değişimini inceleyebilmek amaçlanmıştır. Bu yöntemi uygulamak amacıyla veri seti, açık erişimli bir uydu platformu olan Avrupa Uzay Ajansı'nın Copernicus Açık Erişim Merkezi'nden indirilmiştir. Çalışmadaki işlem adımlarında için Avrupa Uzay Ajansı tarafından kullanıma sunulan ve içerisinde interferometri gibi birçok analiz yapma yeteneği sunabilen SNAP yazılım programı kullanılmıştır.

RADAR interferometri analiz aşamaları çeşitli işlem basamaklarını kapsamaktadır; literatür tarama, veri seti toplama ve hazırlama, interferogram oluşumu, çalışma alanı belirleme, yükseklik modeli seçimi, tek veri seti haline dönüştürme, görüntü filtreleme, faz açma ve kapama, düzeltme işlemleri, değişim tespiti, tutarlılık kontrolü ve sonuç verisi elde edilmesi olarak sıralanır (Görsel 2).



**Görsel 2. Interferometri Yöntemi Akış Şeması**

2022 Aralık ile 2023 Ocak ve Şubat aylarına ait SAR tabanlı RADAR verileri SNAP programında analiz edilerek ortalama kar değişim değerleri elde edilmiştir (Görsel 3). Bu işlemden sonra doğruluk analizi için, RADAR veri setlerine uygun olarak aynı gün ve alanlarda olacak şekilde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen kar derinliği verilerine ulaşılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, meteoroloji verileri ile RADAR interferometri verileri arasında tutarlı bir ilişki olup olmadığı irdelenmiştir.



**Görsel 3. Interferometri Yöntemi Analiz Alanı**

### 3. BULGULAR

Aralık 2022, Ocak ve Şubat ayları 2023 yılını kapsayacak şekilde 2022-2023 kış sezonuna ait, RADAR veri setleri 12'şer gün aralıklarla temin edilmiş ve kar derinliği veri seti elde edilerek, değişim değerleri Meteoroloji İstasyonu verileri ile birlikte aşağıdaki çizelgelerde (Çizelge 6, Çizelge 7) yer almaktadır. Ayrıca analiz sonuçları ile birlikte tutarlılık (coherence) sonuçları da değerlendirilmiştir.

**Çizelge 6. RADAR İnterferometri Ortalama Kar Değişim Değerleri**

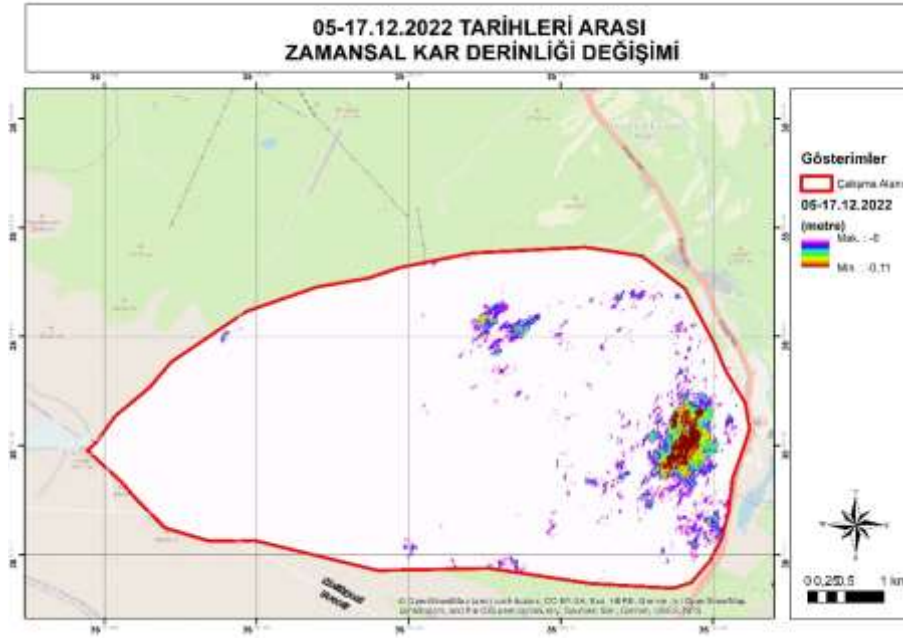
Gün/Ay/Yıl	Ortalama Değişim (cm)
05-17/12/2022	11
10-22/01/2023	22
15-27/02/2023	19

**Çizelge 7. Erciyes Kayak Merkezi İstasyonu (İstasyon No: 18149) Ortalama Kar Değişim Değerleri**

Gün/Ay/Yıl	Değer (cm)	Ortalama Değişim (cm)
05/12//2022	80	13
17/12/2022	93	
10/01/2023	135	18
22/01/2023	153	
15/02/2023	148	16
27/02/2023	164	

### 3.1. Aralık Ayı İnterferometri Analizi

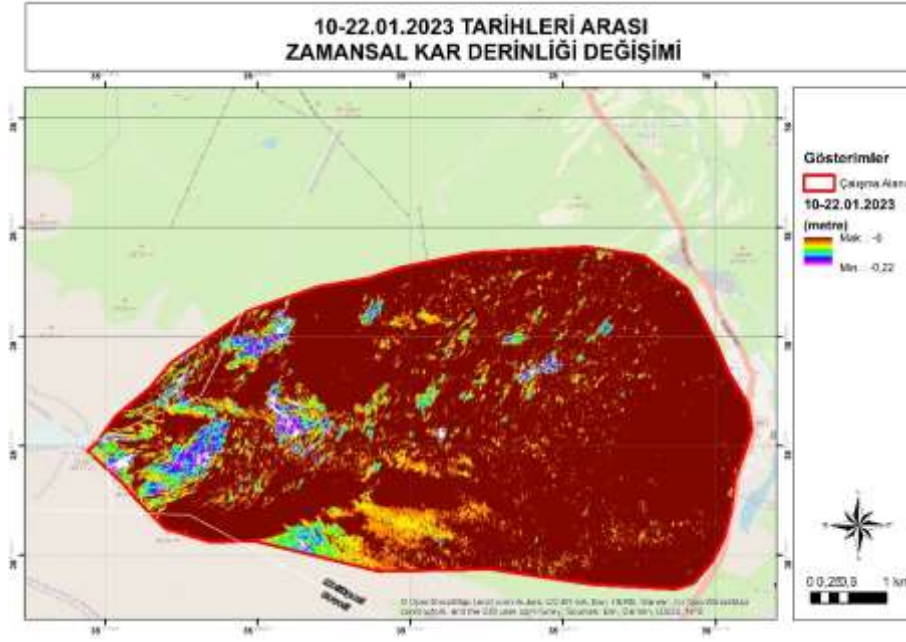
05-17.12.2022 tarihleri arasında RADAR veri seti kullanılarak 12'şer günlük kar derinliği değişimini incelemek üzere gerçekleştirilen interferometri analizi sonucunda ortalama değişimin 11 cm olduğu tespit edilmiştir (Görsel 4). Analizi yapılan alanın tutarlılık değeri incelendiğinde en uygun değer olan 1 değerine yakın sonuçlar çıktığı ve en yüksek değer 0,992'e kadar yükseldiği tespit edilmiştir.



**Görsel 4. 05-17.12.2022 Interferometri Analizi Sonuç Haritası**

### 3.2 Ocak Ayı İnterferometri Analizi

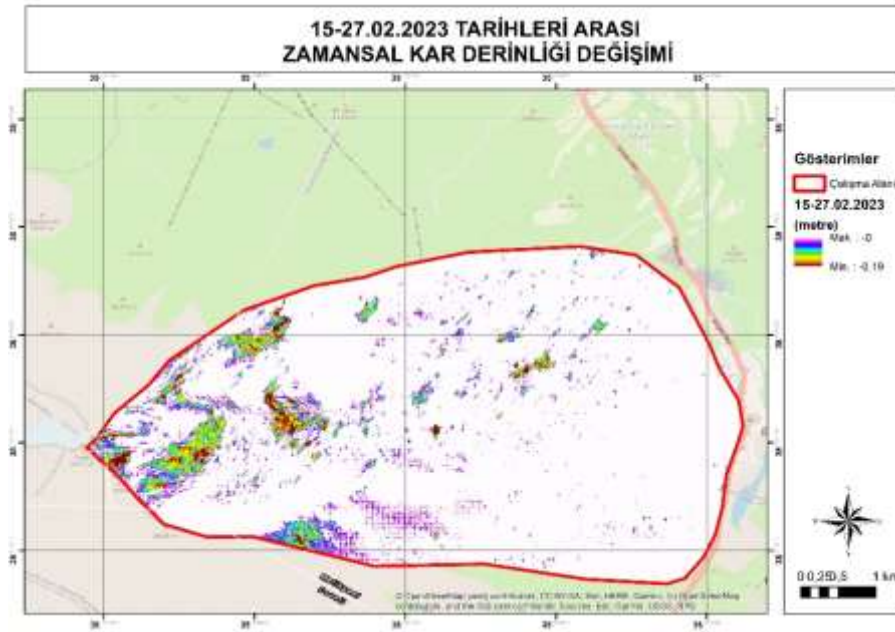
10-22.01.2023 tarihleri arasında RADAR veri seti kullanılarak 12'şer günlük kar derinliği değişimini incelemek üzere gerçekleştirilen interferometri analizi sonucunda ortalama değişimin 22 cm olduğu tespit edilmiştir (Görsel 5). Analizi yapılan alanın tutarlılık değeri incelendiğinde en uygun değer olan 1 değerine yakın sonuçlar çıktığı ve en yüksek değer 0,899'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir.



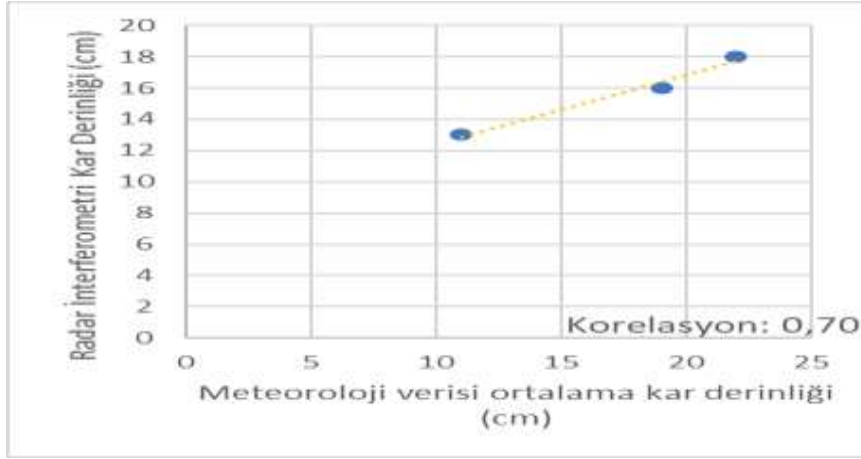
**Görsel 5. 10-22.01.2023 Interferometri Analizi Sonuç Haritası**

### 3.3. Şubat Ayı İnterferometri Analizi

15-27.02.2023 tarihleri arasında RADAR veri seti kullanılarak 12'şer günlük kar derinliği değişimini incelemek üzere gerçekleştirilen interferometri analizi sonucunda ortalama değişimin 19 cm olduğu tespit edilmiştir (Görsel 6). Analizi yapılan alanın tutarlılık değeri incelendiğinde en uygun değer olan 1 değerine yakın sonuçlar çıktığı ve en yüksek değerın 0,903'e kadar yükseldiği tespit edilmiştir.



**Görsel 6. 15-27.02.2023 Interferometri Analizi Sonuç Haritası**



**Görsel 7. 2022 yılı Aralık ayı, 2023 yılı Ocak ve Şubat ayları karşılaştırmaları**

Gerçekleştirilen analizlerin detaylı sonuçları incelendiğinde RADAR veri seti sonuçları ile Meteoroloji Müdürlüğü verileri karşılaştırma sonucunun 0,70 olduğu tespit edilmiştir (Görsel 7). Bu sonucun orta değerinde ve uygun görülebilir olduğu bilinmektedir. RADAR analizlerinde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan birisi de tutarlılık (coherence) değerleridir. Bu değerlerin 0,5-1 arasında olması ve kabul edilebilir olarak doğrulanması gerekmektedir. Analizi yapılan her üç alanda da bu değerlerin 1' e yakın olduğu gözlenmiştir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kış turizmi kayak sporunun ön planda olması sebebiyle yüzey şekilleri önemli olmaktadır. Kayak sporunu yapabilmek için, kar yağışını fazla alan yüksek alanlar tercih edilir. Kış turizmi için inşa edilen tesislerin sürdürülebilirliği için önemli faktörlerden biri, 120 günden fazla yerde kalan, kalınlığı en az 1 m olan yeterli kara erişimdir. Kar yağışı miktarı, kar kalınlığı ve kar miktarı enlem, kıtasallık ve yüksekliğe bağlıdır. Güçlü karasal yapıya ve yüksek hava basıncına sahip dağlarda daha fazla kar vardır. Kar yağışı sürekli ise hem karın kalınlığı hem de karın yerde kalma süresi artacaktır. Türkiye, kış turizmine uygun alpin yer şekilleri, tarihi, doğal ve kültürel çekicilikleri ve dört mevsimi aynı anda yaşayabilmesi nedeniyle kış turizmi için büyük bir potansiyele sahiptir. Tüm bunlar göz önüne alındığında yapılan bu çalışma kış rekreasyon alanlarıyla ilgili önemli bir bakış açısı sunmaktadır.

Bu çalışmada, Kayseri ilinde yer alan Erciyes Kayak Merkezi için en önemli bileşen olan doğal kar kalınlığının değişimini tespit etmek adına zamansal ve yersel tahminler için CBS ve Uzaktan Algılama yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca çalışma alanının mevcut alanlarının kar kalınlığı RADAR verileri ile belirlenmiş ve meteorolojik veriler ile 0,70 gibi orta derecede uygun görülebilir bir korelasyon değeri bulunmuştur. Korelasyon değeri sonucu, RADAR interferometrisi ile meteorolojik veriler arasında tutarlı bir sonuç olduğu gözlenmektedir. Ortaya çıkan verilerin interferometri sonuçlarının meteoroloji verileri ile karşılaştırılabilmesini mümkün kılmıştır. Erciyes Kayak Merkezi için RADAR interferometri değişimleri sonucunda çıkan oranlar ile meteoroloji verilerinin kar kalınlığı verisi örtüşmüştür. Yapılan analiz ve karşılaştırmalara göre bu şekilde yapılan uzun süreli ve hassas çalışmalarla bu değerlerin daha da artırılacağı ve geçerli sonuçlara ulaşılabileceği görülmüştür. Bu çalışma sonucunda kış rekreasyon alanlarının belirlenmesinde kar faktörünün önemi bir kez daha vurgulanmıştır. Bu

konuda yapılan araştırmalarda özellikle zaman dilimleri ve uzun vadeli olarak görüntülenebilen veri setleri kullanılarak kar derinliği test edilebilecek ve bu testler sonucunda bölgedeki kar faktörünün etkisi daha net ortaya konulacaktır. Tesisler ve diğer yatırımlar için yersel verilere ihtiyaç duyulmadan uzaktan algılama yöntemleri ile bilgi elde edilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca uzun vadeli sürdürülebilir yatırımlar için yol gösterici sonuçlar ortaya çıkacaktır.

## KAYNAKLAR

Anonim 1. Erciyes Kayak Merkezi - Kayseri, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Erciyes\\_Kayak\\_Merkezi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Erciyes_Kayak_Merkezi) (Erişim Tarihi: 07.04.2023):

Anonim 2. Kar Kalınlıkları, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/sondurum/kar-kalinliklari.aspx> (Erişim Tarihi: 18.03.2023-25.03.2023)

Campbell, N.A., Reece, J.B. ve Mitchell, L.G. Biologi. Jilid 1. Edisi Kelima. Alih Bahasa: Wasmen. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2002.

Coltelli, M. G., Fornaro, G., Franceschetti, R., Lanari, M., Migliaccio, J. R., Moreira... ve Riccio, M. SIR-C/X-SAR multifrequency multipass interferometry: A new tool for geological interpretation. Journal of Geophysical Research, 101, 23127-23148. 1996.

Demiroğlu, O. C. *Kış Turizmi*, Ankara: Detay Yayıncılık, 2014.

Heady, H.F., Child, R.D. Introductory Geographic Information Systems, Boulder, CO: Westview Press, 1994.

İzbrak, R. Kayseri Şehrinin İşleme ve Gelişmesinde Bağcılığın Etkileri. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 5 (4) , 401-418, 1947.

Joughin, I., Smith, B., Howat, I., Scambos, T. ve Moon, T. Greenland flow variability from Ice SheetWide Velocity mapping. Journal of Glaciology, 56, 415-430, 2010.

Kaya, G. *Kayseri'nin Kış Turizm Potansiyeli ve Tercih Edilmesindeki Sebepler: Erciyes Örneği*, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Seyahat İşletmeciliği ve Turist Rehberliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 2018.

Lievens, H., Al Bitar, A., Verhoest, N. E. C., Cabot, F., De Lannoy, G. J. M., Drusch, M., Dumedah, G., Hendricks Franssen, H., Kerr, Y., Tomer, S. K., Martens, B., Merlin, O., Pan, M., van den Berg, M. J., Vereecken, H., Walker, J. P., Wood, E. F., ve Pauwels, V. R. N. Optimization of a radiative transfer forward operator for simulating SMOS brightness temperatures over the Upper Mississippi Basin, Journal of Hydrometeorology, 16(3), 1109-1134, 2015.

Lievens, H., Demuzere, M., Marshall, H., Rolf, H., Ludovic, B., Isis...ve Gabrielle, J.M. Snow depth variability in the Northern Hemisphere mountains observed from space. Nature Communications, 10, 4629, 2019.

Painter, T.H., Dozier, J. Measurements of the hemispherical-directional reflectance of snow at fine spectral and angular resolution. *Journal of Geophysical Research*, 109, 2-12, 2004.

Rabus, B., Eineder M., Roth A. ve Bamler R. The shuttle RADAR topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne RADAR, *Photogramm. Rem. Sens.*, 57, 241-262, 2003.

Rignot, E. Recent Antarctic Ice Mass Loss From Radar Interferometry and Regional Climate Modelling, *Nature Geoscience*, 1 (2): 106-110, 2008.

Sentinel-1 Team. *Sentinel-1 User Handbook*, European Space Agency (ESA), Reference GMES-S1OP-EOPG-TN-13- 000. P:80, 2013.

Yeler, O. *Seyhan Havzası Örneğinde Kış Rekreasyon Alanı Belirlemede Uzaktan Algılama ve CBS Tabanlı Model Geliştirme*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 2021.

Yeler, O., Aydın, E. Kış Rekreasyon Alanlarında Kar Derinliğinin RADAR Görüntüleri ile İncelenmesi: Hakkari Merga Bütan Kayak Merkezi Örneği . *GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism Recreation and Sports Sciences*, 6(1), 17-29, 2023. DOI: 10.53353/atrss.1142987.

Wynne, D., O'Connor, J. Consumption and the Postmodern City. *Urban Studies*, 35, 841-864, 1998. DOI: 10.1080/0042098984583.

## MİKROORGANİZMALARIN MUHAFAZASINDA KULLANILAN LİYOFİLİZASYON İŞLEMİNİN OPTİMİZASYONU

Öğr. Gör. Dr., Sema YİYİT DOĞAN <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme  
Teknolojileri ABD, - 0000-0003-4292-2233

### ÖZET

Liyofilizasyon (dondurarak kurutma), ürünlerin içerisindeki suyun dondurularak basınç altında süblimleşme ile tamamen uzaklaştırılmasına dayanan bir yöntemdir. Raf ömürlerinin uzatılması amacıyla gıda, kozmetik ve ilaç sektöründe liyofilizasyon uzun süredir kullanılmaktadır. Mikroorganizmaların +4 °C sıcaklıkta uzun seneler muhafaza edilmesinin sağlanmasında da liyofilizasyon tekniğinden faydalanılmaktadır. Doğru yapılan liyofilizasyon işlemi bakteri ve mayaların canlılığının korunmasını sağlamakla birlikte liyofilizasyon sırasında ve önceki işlemlerde kullanılan parametrelerin canlılığı olumsuz yönde etkileyebileceği, mikroorganizmaların istenilen miktarların çok altında canlı kalabileceği hatta hiç korunamayacağı yapılan araştırmalarda gösterilmiştir. Bu çalışmada mikroorganizmaların en yüksek canlılıkta saklanmasını sağlayacak liyofilizasyon koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında farklı hücre duvar yapılarına sahip gram negatif *Escherichia coli* ATCC 25922, gram pozitif *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Lactobacillus sanfranciscensis* ATCC 27651 bakterileri ve *Candida albicans* ATCC 10231 mayası ile çalışma yapılmıştır. Liyofilizasyon koşullarının optimizasyonu için mikroorganizmaların içerisinde dondurulacağı farklı skim milk miktarları (250, 500 ve 750 µl), mikroorganizmaların toplandığı fosfat tamponu (PBS) miktarları (500, 1000 ve 1500 µl), liyofilizasyon işlemi öncesinde yapılan - 80 °C sıcaklıkta ön dondurma süreleri (24 ve 48 saat) ve liyofilizasyon süreleri (6, 12 ve 24 saat) araştırılmıştır. Liyofilizasyon öncesinde ve sonrasında mikroorganizmaların canlılıkları koloni sayım yöntemine (cfu/ml) göre hesaplanarak canlılığın en iyi korunduğu şartlar belirlenmiştir. Çalışılan mikroorganizmalara göre sonuçlarda bazı değişiklikler gözlenmekle birlikte genel olarak en yüksek canlılığın sağlandığı optimize koşullar; 750 µl skim milk, 24 saat ön dondurma ve 12 saat liyofilizasyon işlemi olarak tespit edilmiştir. Liyofilizasyon işlemi uzadıkça canlılığın azaldığı ideal sürenin



10-12 saat olduğu belirlenmiştir. Liyofilize edilmiş kültürlerin zamana göre canlılıklarının belirlenmesi için 6, 12 ve 24. aylarda suşlar aktiflenerek canlılıkları hesaplanmıştır. Sonuçlar liyofilize mikroorganizma kültürlerinin canlılığının 2 yıl sonunda korunduğunu (*E. coli*;  $4,2 \times 10^7$ , *S. aureus*;  $3,8 \times 10^{10}$ , *L. sanfranciscensis*;  $3,1 \times 10^4$  ve *C. albicans*;  $1,0 \times 10^7$ ) ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Liyofilizasyon, probiyotik, bakteri, maya

## 1. GİRİŞ

Liyofilizasyon, maddenin içindeki suyun dondurulup vakum altında süblimleşme ile uzaklaştırılması işlemidir (1,2). Sıcaklığa duyarlı ürünlerin zarar görmeden kurutulması, ucuz ve hızlı bir süreç olması, elde edilen ürünlerin uzun yıllar korunabilmesi gibi pek çok avantaja sahip olması sebebiyle pek çok farklı alanda uygulamalara sahiptir (2,3,4). Liyofilizasyon işlemi genel olarak 3 aşamadan meydana gelmektedir (1,3,5);

Ön Dondurma (Freezing, Warm Up): Ürünün atmosferik basınç altında dondurulmasıdır.

Birincil Kurutma (Main Drying): Düşük basınç altında ve vakum uygulanarak yaklaşık  $-50/-60$  °C sıcaklığında gerçekleşen 1-3 dakikalık işlemidir.

İkincil Kurutma (Final Drying): Ürünün istenilen kuruluğa gelene kadar sürdürülen su uzaklaştırma işlemidir.

Sağlık alanında uzun süre muhafaza edilebilecek aşuların (4), antibiyotiklerin (6), terapötik protein ve peptidlerin (7), antikor ve enzimlerin üretilmesinde (8,9) kullanılmaktadır. Ayrıca biyomedikal alanındaki yeni araştırmalar cam vial, hücre plakaları içerisine uygulanan 3D liyofilize iskelelerin hastalıkların, ilaçların etkinliğinin araştırılmasında önemli yer alacağını vurgulamaktadır (9). Gıda ve kozmetik alanında ürünlerin raf ömrünü uzatmak için kullanıldığı (2,10,11), bitki ve baharatların (2), et, kahve, sebze ve fermente ürünlerin (11) ve bitki ekstraktlarının (12, 13) liyofilize edilerek uzun süre bozulmadan saklanabildiği bildirilmektedir. Bu uygulamalar dışında liyofilizasyonun mikroorganizmaların muhafaza edilmesi için de kullanıldığı pek çok çalışmada bildirilmektedir (14,15).

Mikroorganizmaların muhafazası ve depolanmasında pek çok farklı yöntem bulunmakla beraber en çok kullanılan etkili ve kalıcı yöntemler arasında kriyoprezervasyon ve liyofilizasyon bulunmaktadır (14, 15,16). Kriyoprezervasyonda DMSO, gliserol gibi ortamlar

içerisine alınan mikroorganizmalar  $-80^{\circ}\text{C}$  derin dondurucuda ya da  $-196^{\circ}\text{C}$  sıvı azot içinde saklanabilmektedir (14). Liyofilize edilen mikroorganizmalar oda sıcaklığında ve /veya  $+4^{\circ}\text{C}$  buzdolaplarında saklanabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında saklamasının kolay olması ayrıca transerinde soğuk zincire ihtiyaç duyulmaması gibi sebeplerle liyofilizasyonun çok daha avantajlı olduğu vurgulanmaktadır. Farklı 7 *E. coli* suşu ile yapılan bir çalışmada 50 yıl sonra açılan liyofilize *E. coli* kültürlerinin canlılıklarını koruduğu ifade edilmiştir (15). Gastrointestinal sistemde yer alan ve bağışıklığı destekleyerek sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayan probiyotiklerin önemini vurgulayan Turuvekere Sadguruprasad ve Basavaraj (2018) optimum faydalanma için bu mikroorganizmaların canlılığının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. *Lactobacillus acidophilus* suşları ile yaptıkları çalışmada liyofilize edilen kültürlerin 2 yıl sonunda canlılıklarını koruduklarını, gıda katkısı olarak kullanılacak bakterilerin canlılıklarının korunmasında liyofilizasyon yönteminin etkili olacağını belirtmişlerdir (16). Sağlığa olan olumlu etkileri sebebiyle ticarileşen probiyotik suş ve kurutulmuş probiyotik içeren fermente gıdalara olan talebin her geçen gün arttığını ifade eden *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* ve *Lactocaseibacillus rhamnosus* suşlarının ve metabolitlerinin liyofilizasyondan nasıl etkilendiğini araştırmış, çalışma sonucunda liyofilizasyon sonrasında etkinliklerinde kayıp yaşanmadığını belirtmişlerdir (17).

Yapılan pek çok çalışmada mikroorganizmaların depolanmasında liyofilizasyonun etkili bir yöntem olduğu belirtilmekle birlikte devam eden araştırmalar liyofilizasyon işlemi sırasında mikroorganizmaların kararlılığının ve uzun süreli depolamasının sağlanması için yöntemin optimize edilmeye ihtiyacı olduğu vurgulamaktadır (5,14,15,17).

Bu çalışmada farklı morfolojilere sahip gram negatif *Escherichia coli* ATCC 25922, gram pozitif *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Lactobacillus sanfranciscensis* ATCC 27651 bakterileri ve *Candida albicans* ATCC 10231 fungusu kullanılarak, canlılıklarının en yüksek şekilde korunması için uygulanacak optimize liyofilizasyon koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL-METOD

Çalışma Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Mikrobiyoloji Laboratuvarı temiz odasında yapılmıştır. Christ (Alpha 1-2 LS) marka model cihaz kullanılmıştır (Görsel 1).



**Görsel 1. Çalışmada Kullanılan Liyofilizatör Cihazı**

## 2.1. Çalışmada kullanılan mikroorganizmalar

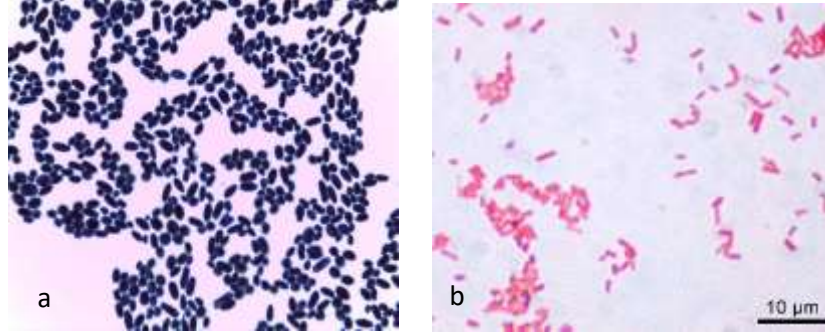
Çalışmada, Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu'na (American Type Culture Collection, ATCC) ait *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Lactobacillus sanfranciscensis* ATCC 27651 ve *Candida albicans* ATCC 10231 standart suşları kullanılmıştır.

## 2.1. Mikroorganizmaların geliştirilmesi

Mikroorganizmalar, Çizelge 1'de verilen kendileri için uygun besiyerlerinde ve uygun koşullarda geliştirilmiştir. 2 kez aktiflenen mikroorganizmalar optik mikroskopta kontrol edilmiş, saf kültürler agar besiyerlerine çizgi ekim yapılarak liyofilizasyon için gerekli kültürlerin elde edilmesi sağlanmıştır (18,19).

**Çizelge 1. Mikroorganizmaların Geliştiği Besiyerleri ve Uygun Koşullar**

Mikroorganizmalar	Sıcaklık (°C)	Besiyeri	İnkübasyon Süresi (saat)		Oksijen	
			Broth	Agar	Aerob	Anaerob
<i>Lactobacillus sanfranciscensis</i> ATCC 27651	37/42	De Man, Rogosa and Sharpe (MRS)	18-24	48		
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	37	Nutrient	24	24		
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	37	Nutrient	24	24		
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	30/37	Sabouraud % 2 Dextrose (SBD)	24	24		



**Görsel 2. Mikroorganizmaların optik mikroskop görüntüsü (Leica,100X); (a) *C. albicans*, (b) *E.coli***

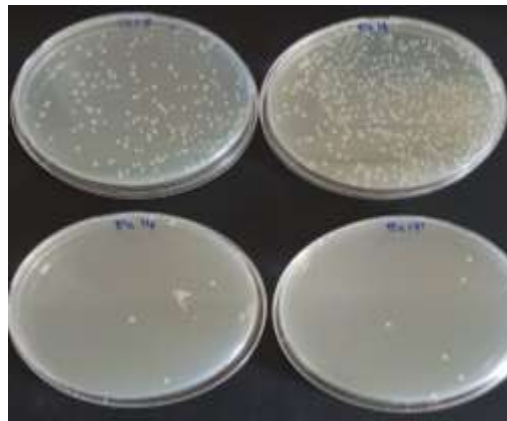
## 2.2. Liyofilizasyon koşullarının optimize edilmesi

Çizgi ekimlerde gelişen tek koloniler steril özeler ile fosfat tamponlar içerisinde (PBS) toplanmıştır. Toplanan koloniler skimmilk besiyeri içerisinde aktararak -80°C sıcaklıkta ön dondurma işlemine alınmıştır. Dondurulan kültürler ön soğutma işlemi yapılan liyofilizatör cihazına konularak 1 dakikalık “Main drying” aşamasından sonra “Final Drying” basamağında kurutulmuştur (14,16).

Çalışma kapsamında farklı koşulların; ön dondurma süresi (24 ve 48 saat), kullanılan PBS miktarı (0,5-1,0 ve 1,5 ml), liyofilizasyon süresi (6, 12 ve 24 saat) mikroorganizma canlılığı üzerine etkisi araştırılarak en iyi liyofilizasyon koşulları belirlenmiştir.

## 2.3. Mikroorganizma canlılığının hesaplanması

Liyofilize kültürler 1 ml PBS içerisinde homojenize edilerek seri dilüsyon sonrası uygun agar besiyerlerine ekim yapılarak 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen koloniler sayılarak canlılık koloni oluşturan birim (colony forming unit, cfu/ml) şeklinde hesaplanmıştır (20).



**Görsel 3. Seri dilüsyon sonrası gelişen koloniler (cfu/ml)**

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

#### 3.1. PBS miktarının canlılığa etkisi

0,5 ml PBS kullanılan suşlarda canlılığın  $10^1$  azalırken 1 ve 1,5 ml PBS tüplerinde bu kaybın yaklaşık  $10^1 - 10^2$  olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Diğer çalışmalar için 0,5 ml PBS tercih edilmiştir.

Çizelge 2. Kullanılan PBS miktarının canlılığa etkisi

Mikroorganizma	0,5 ml PBS		1ml PBS		1,5 ml PBS	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce	Sonra
<i>Lactobacillus sanfranciscensis</i> ATCC 27651	$5 \times 10^7$	$1 \times 10^6$	$5 \times 10^7$	$3 \times 10^5$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^4$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	$2 \times 10^{12}$	$1 \times 10^{11}$	$2 \times 10^{12}$	$1 \times 10^{10}$	$1 \times 10^{11}$	$1 \times 10^8$
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	$3 \times 10^9$	$1 \times 10^8$	$1 \times 10^{10}$	$3 \times 10^8$	$8 \times 10^8$	$2 \times 10^6$
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	$9 \times 10^9$	$7 \times 10^8$	$5 \times 10^9$	$1 \times 10^8$	$3 \times 10^8$	$3 \times 10^6$

#### 3.2. Ön dondurma süresinin canlılığa etkisi

Sulu örneklerin cihaza yerleştirilmeden önce  $-80^\circ\text{C}$  sıcaklıkta dondurulması gerekmektedir. Çalışmada bu sürenin canlılığa etkisi araştırılmış, 24 ve 48 saatlik dondurma işleminin çalışılan tüm suşların canlılığında çok bir farka nedern olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Süreden tasarruf edilmesi açısından ilerleyen çalışmalarda 24 saat ön dondurma tercih edilmiştir.

Çizelge 3.  $-80^\circ\text{C}$  sıcaklıkta ön dondurma işleminin canlılığa etkisi

Mikroorganizma	Liyofilizasyon		
	Öncesi	24 saat	48 saat
<i>Lactobacillus sanfranciscensis</i> ATCC 27651	$5 \times 10^7$	$3 \times 10^6$	$5 \times 10^6$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	$2 \times 10^{12}$	$1 \times 10^{11}$	$1 \times 10^{11}$
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	$3 \times 10^9$	$6 \times 10^8$	$3 \times 10^8$
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	$9 \times 10^9$	$5 \times 10^8$	$3 \times 10^8$

### 3.3. Liyofilizasyon süresinin canlılığa etkisi

Çalışma sonuçları liyofilizasyon işlemi uzadıkça canlılığın olumsuz etkilendiğini ortaya koymuştur. *L. sanfranciscensis* ve *S. aureus* suşları için en iyi süre 6 ve 12 saat olarak belirlenirken *E. coli* ve *C. albicans* için 6. saat olmuştur. *E. coli* ve *C. albicans* suşları için 12 ve 24 saat arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4). En iyi süre 6. Saat gibi görünse de canlılıkta ciddi bir fark olmaması ve kurumunun tam olması için 9-12 saat arası işlemin ideal olacağı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Liyofilizasyon süresinin canlılığa etkisi

Mikroorganizma	Liyofilizasyon Öncesi	6 saat liyofilizasyon	12 saat liyofilizasyon	24 saat liyofilizasyon
<i>Lactobacillus sanfranciscensis</i> ATCC 27651	$5 \times 10^7$	$3 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	$2 \times 10^{12}$	$2 \times 10^{11}$	$2 \times 10^{11}$	$1 \times 10^{10}$
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	$3 \times 10^9$	$2 \times 10^8$	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^7$
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	$9 \times 10^9$	$1 \times 10^8$	$8 \times 10^7$	$6 \times 10^7$

### 3.4. Liyofilize kültürlerin 1 ve 2 yıl sonundaki canlılıkları

Muhafaza alınan kültürlerin bekleme sonrası canlılıklarında  $10^1 - 10^2$  cfu/ml azalma görülmekle birlikte genel olarak 2. yılın sonundaki canlılık miktarlarının iyi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Muhafaza sonrası liyofilize kültürlerin canlılık miktarları (cfu/ml)

Mikroorganizma	Önce	12 Ay Sonra	24 Ay Sonra
<i>Lactobacillus sanfranciscensis</i> ATCC 27651	$5 \times 10^7$	$5 \times 10^6$	$2 \times 10^5$
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	$2 \times 10^{12}$	$2 \times 10^{11}$	$3 \times 10^{10}$
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	$3 \times 10^9$	$3 \times 10^8$	$2 \times 10^7$
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	$9 \times 10^9$	$6 \times 10^8$	$3 \times 10^7$

## 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak, liyofilize edilmiş probiyotik ve patojen kültürlerin 2 yıl sonunda canlılığının yüksek oranda korunduğu belirlenmiş, liyofilizasyonun mikroorganizmalar için ideal bir muhafaza yöntemi olduğu desteklenmiştir. Liyofilizasyon için optimize koşullar; 0,5 ml PBS, -80°C'de 24 saat ön dondurma ve 9-12 saat arası liyofilize işlemi olarak tespit edilmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Gaidhani, K. A., Harwalkar, M., Bhambere, D., and Nirgude, P. S. Lyophilization/freeze drying—a review. *World journal of pharmaceutical research*, 4(8), 516-543, 2015.
- [2] Hazarika, U. And Gosztola, B. Lyophilization and its effects on the essential oil content and composition of herbs and spices—A review. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 19(4), 467-473, 2020.
- [3] Kumar, G., Nooka Prashanth, and Bairi Chaitanya Kumari. "Fundamentals and applications of lyophilization." *J Adv Pharm Res* 2.4: 157-169, 2011.
- [4] Preston, K. B. and Randolph, T. W. Stability of lyophilized and spray dried vaccine formulations. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 171, 50-61, 2021.
- [5] Nowak, D., ve Jakubczyk, E. The freeze-drying of foods—The characteristic of the process course and the effect of its parameters on the physical properties of food materials. *Foods*, 9(10), 1488, 2020.
- [6] Kumar, P. Lyophilization: An important formulation technique. *Int. J. Res. Granthaalayah*, 7, 11-15, 2019.
- [7] Butreddy, A., Dudhipala, N., Janga, K. Y. Ve Gaddam, R. P. Lyophilization of small-molecule injectables: an industry perspective on formulation development, process optimization, scale-up challenges, and drug product quality attributes. *AAPS PharmSciTech*, 21, 1-20, 2020.
- [8] Nithya, M. R. Review on monoclonal antibodies—Manufacturing aspects, tactics, and future prospects. *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)*, 16(2) 2022.
- [9] Kullmann, D., Martinez, C. L., Lümke, J. and Huwyler, J. Part I: Significant reduction of lyophilization process times by using novel matrix based scaffolds. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 184, 248-261, 2023.
- [10] Pasechny, D. S., Smotraeva, I. V., and Balanov, P. E. Lyophilization effect on rosehip extract physico-chemical properties. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2767, No. 1, p. 020012). AIP Publishing LLC, 2022.
- [11] Bhatta, S., Stevanovic Janezic, T., and Ratti, C. Freeze-drying of plant-based foods. *Foods*, 9(1), 87, 2020.

- [12] Iurian, S. M., Adespei, D. R., Pop, A., Fizeşan, I., Carpa, R., Moldovan, M. L. and Bogdan, C. Development of a Mouthwash Using Freeze-Drying Technique: An Optimization Study. *Applied Sciences*, 11(20), 9609, 2021.
- [13] Mitsagga, C., Petrotos, K., and Giavasis, I. Antimicrobial Properties of Lyophilized Extracts of Olive Fruit, Pomegranate and Orange Peel Extracts against Foodborne Pathogenic and Spoilage Bacteria and Fungi In Vitro and in Food Matrices. *Molecules*, 26(22), 7038, 2021.
- [14] Criste, A., Giuburuncă, M., Negrea, O., Dan, S., and Zăhan, M. Research concerning use of long-term preservation techniques for microorganisms. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 47(2), 73-77, 2014.
- [15] Ermenlieva, N., Georgieva, E., Tsankova, G., Nedelcheva, G., Laleva, K., Stamova, S., and Kostadinova, T. Lyophilized *Escherichia coli* strains stored for 40–50 years: morphological, serotypic, biochemical characteristics and drug sensitivity. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 37(1), 309-316, 2023.
- [16] Turuvekere Sadguruprasad, L., and Basavaraj, M. Statistical modelling for optimized lyophilization of *Lactobacillus acidophilus* strains for improved viability and stability using response surface methodology. *AMB Express*, 8(1), 1-11, 2018.
- [17] Jeon, H. J., Kim, J., Seok, W. Y., Kim, G. S., Choi, B., Shin, M. and Jung, Y. H. Changes in the metabolome of probiotics during the stationary phase increase resistance to lyophilization. *Food Bioscience*, 53, 102499, 2023.
- [18] Yiyit Doğan, S. *Lactobacillus, Propionibacterium ve Bifidobacterium cinslerine ait farklı türlerin konjuge linoleik asit üretimlerinin probiyotik açıdan önemi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara, 2011.
- [19] Yiyit Doğan, S. *Bazı Sucul Makrofitlerin (Pistia stratiotes, Lemna minor ve Myriophyllum spicatum) Biyolojik Etkinliklerinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara, 2023.
- [20] Aytac, Z., Dogan, S. Y., Tekinay, T., ve Uyar, T. Release and antibacterial activity of allyl isothiocyanate/ $\beta$ -cyclodextrin complex encapsulated in electrospun nanofibers. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 120, 125-131, 2014.



## BRAIN TUMOR AREA SEGMENTATION OF MRI IMAGES: REVIEW PAPER

**Behnam Kiani Kalejahi**

Department of Computer Engineering, Khazar University, Baku, Azerbaijan.

*Corresponding authors: ORCID iD: 0000-0002-7118-0382*

Brain tumor area segmentation is an important task in medical image analysis, as it plays a crucial role in diagnosis and treatment planning for patients with brain tumors. Magnetic resonance imaging (MRI) is commonly used for brain tumor area segmentation due to its high spatial resolution and ability to capture detailed information about the brain. In this review paper, we provide an overview of the state-of-the-art techniques for brain tumor area segmentation of MRI images. We first discuss the challenges associated with brain tumor segmentation, such as the variability in tumor shape, size, and location, as well as the presence of artifacts in MRI images. We then present a comprehensive review of the various approaches used for brain tumor segmentation, including traditional machine learning techniques, deep learning techniques, and hybrid approaches. We describe the advantages and limitations of each approach and highlight the key contributions of recent studies in this area. We also discuss the evaluation metrics commonly used to assess the performance of brain tumor segmentation algorithms, such as sensitivity, specificity, and dice coefficient. Finally, we conclude with a discussion of the current challenges and future directions in brain tumor segmentation research. We highlight the need for more robust and accurate segmentation techniques, as well as the importance of developing methods that can handle multimodal MRI data and integrate clinical information for personalized treatment planning.

**Keywords**— Generative Adversarial Networks, Brain Tumor, Medical Image Segmentation, Computer Aided Diagnosis.

[1] D. Ulyanov, A. Vedaldi, V. L. preprint arXiv:1607.08022, and undefined 2016, “Instance normalization: The missing ingredient for fast stylizationSee All,” *arxiv.org*, Accessed: Jul. 03, 2022. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1607.08022>

[2] J. Ba, J. Kiros, and G. Hinton, “Layer Normalization,” *arxiv.org*, 2016, Accessed: Jul. 03, 2022. [Online]. Available: [https://openreview.net/forum?id=BJLa\\_ZC9](https://openreview.net/forum?id=BJLa_ZC9)

[3] Yitong Li, Yue Chen, Yonggang Shi. “Brain tumor segmentation using 3d generative adversarial networks”, June 2020, doi:10.1142/S0218001421570020.

## BRAIN TUMOR AREA SEGMENTATION OF MRI IMAGES USING GAN

**Behnam Kiani Kalejahi**

Department of Computer Engineering, Khazar University, Baku, Azerbaijan.

*Corresponding authors: ORCID iD: 0000-0002-7118-0382*

The exact location of a brain tumor is an important part of diagnosing, predicting, and keeping an eye on it, because speed and accuracy are so important in this process. Gliomas are considered to be the riskiest type of tumor. Glioblastomas, a type of cancerous tumor, exhibit a highly aggressive form that results in a low 5-year survival rate of 5.3% for patients aged 40 to 64. Furthermore, the median survival time of 331 to 529 indicates that this particular class of brain cancer is typically severe, with treatment course procedures being the determining factor. Accurate determination and diagnosis of gliomas and glioblastomas are crucial due to their high mortality rates in order to monitor the early stages of these conditions. Multimodality magnetic resonance imaging is a useful method for diagnosing a course of treatment and screening deterministic features such as location, spread, and volume for gliomas. The process of tumor segmentation is reliant on the progression of computer vision technology. In a more precise manner, it can be stated that convolutional neural networks (CNNs) exhibit consistent and efficient results that are comparable to other automated techniques with regards to tumor segmentation algorithms. Nonetheless, the methods will be presented individually to delineate the efficacy and precision of tumor segmentation. The techniques that are frequently utilized and rely on generative adversarial networks (GANs) possess certain advantages in certain domains for the purpose of analyzing the nature of manual segmentations.

**Keywords**— Generative Adversarial Networks, Brain Tumor, Medical Image Segmentation, Computer Aided Diagnosis.

[1] Madona B. Sahaai, G. R. Jothilakshmi, D. Ravikumar, Raghavendra Prasath, and Saurav Singh, "ResNet-50 based deep neural network using transfer learning for brain tumor classification", AIP Conference Proceedings 2463, 020014 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0082328>.

[2] T. Kalaiselvi, S.T. Padmapriya, 8 - Multimodal MRI Brain Tumor Segmentation—A ResNet-based U-Net approach, Editor(s): Jyotismita Chaki, Brain Tumor MRI Image Segmentation Using Deep Learning Techniques, Academic Press, 2022, Pages 123-135, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91171-9.00013-2>.

[3] Yitong Li, Yue Chen, Yonggang Shi. "Brain tumor segmentation using 3d generative adversarial networks", June 2020, doi:10.1142/S0218001421570020.

## ***FBNI* GENİNDE NADİR BİR VARYANTA SAHİP OLGU: MOLEKÜLER TANI ALGORİTMASI**

**Hamide Betül Gerik-Celebi<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Department of Medical Genetics, Balıkesir Atatürk City Hospital, Balıkesir, Turkey

### **ÖZET**

**Giriş:** Marfan Sendromu (MFS [OMIM no:154700]), başlıca kas-iskelet sistemi ve kardiyovasküler sistemi etkileyen multisistemik bir bağ doku hastalığıdır. Prevelansı yaklaşık olarak 1/5000 olarak bildirilmiştir. *15q21.1* kromozomal bölgesinde lokalize fibrilin-1 adı verilen bir ekstrasellüler matriks proteinini kodlayan, *FBNI* genindeki mutasyonlar MFS'ye neden olmaktadır. Burada sistemik skoru 7'nin üzerinde olan Marfan Sendromu ön tanısı düşünülen bir hastanın moleküler genetik tanı algoritmasını sunmayı amaçladık.

**Yöntem:** Hastanın periferik venöz kan örneğinden izole edilen genomik DNA örneğinden öncelikle *FBNI* geni tüm gen dizi analizi çalışılmıştır. Daha sonra SALSA® MLPA® Probemix Marfan Syndrome-1 P065, Marfan Syndrome-2 P066 kitleri kullanılarak Multipleks Ligasyona Bağlı Prob Amplifikasyonu (MLPA) uygulanmıştır. Coffalyser programı kullanılarak analiz yapılmıştır.

**Bulgular:** Yapılan muayenelerinde Ghent Nosology kriterlerine göre sistemik skoru >7 olan olguda *FBNI* geni tüm gen dizi analizi sonucunda herhangi bir mutasyon tespit edilmemiştir. Daha sonra yapılan MLPA analizinde, *FBNI* geninin 65.ekzonunda (208 nt) heterozigot delesyon tespit edilmiştir. Bu sonuç ebeveynlerde gözlenmemiş olup de novo olarak değerlendirilmiştir.

**Tartışma ve Sonuç:** Marfan Sendromu moleküler genetik tanısında sekans analizinin oranı yaklaşık olarak %94 iken, delesyon/dublikasyon analizi olan MLPA'nın yeri ise yaklaşık %5'tir. Marfan sendromu ön tanısıyla değerlendirilen hastaların moleküler tanısında *FBNI* geni dizi analizi ile herhangi bir mutasyon tespit edilemeyen hastalarda ikinci test olarak mutlaka delesyon dublikasyon analizi yapılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Marfan sendromu, MLPA, *FBNI* geni, heterozigot delesyon

## ORAL ANTİKOAGÜLAN TEDAVİ YÖNETİMİ İÇİN HEMŞİRELİK ÖZ YETERLİLİĞİ ÖLÇEĞİ'NİN TÜRKÇEYE UYARLAMA ÇALIŞMASI: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK

Öğr. Gör. Dr., ARZU USLU <sup>1</sup>, Doç. Dr., SELDA ARSLAN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> HARRAN ÜNİVERSİTESİ, Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü,

- ORCID ID: 0000-0002-6258-7789

<sup>2</sup>NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ, Hemşirelik Fakültesi,

- ORCID ID: 0000-0002-5668-3694

### ÖZET

**Giriş:** Oral antikoagülan tedavi hemşirelerin sık kullandığı tedavilerden biridir. Antikoagülan, riskli ilaç grubundan olduğundan hemşirelerin tedavi yönetimi hakkında öz-yeterlilikleri önemlidir. Türkiye’de oral antikoagülan tedavi yönetimi için hemşirelerin öz yeterliliğini değerlendiren ölçek bulunmamaktadır.

**Amaç:** Bu araştırma “Oral Antikoagülan Tedavi Yönetimi İçin Hemşirelik Öz-Yeterliliği Ölçeği (OAK-ÖY)”nin Türkçe’ye uyarlanarak geçerlilik ve güvenilirliğinin incelenmesi amaçlamıştır.

**Yöntem:** Çalışma, bir üniversite hastanesinde Şubat-Temmuz 2022 tarihleri arasında yapılan metodolojik türdedir. Çalışmaya hastası oral antikoagülan kullanan, en az lise mezunu, aynı klinikte altı aydan fazla çalışan ve gönüllü olan 315 hemşire dahil edilmiştir. Ölçeğin maddelerine yönelik uzman görüşleri arasında uyum olduğu kapsam geçerlilik oranının 0,78’den büyük olmasıyla bulunmuştur. Test tekrar test yöntemi uygulanmıştır. Ölçeğin faktör yapısını belirlemek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi, güvenilirlik için Cronbach alfa katsayısı ve madde toplam korelasyonu kullanılmıştır. Veriler Statistical Package for Social Sciences (SPSS, IBM, v. 23) ve Analysis of Moment Structures (AMOS, v. 23.0) kullanılarak 0.05 anlamlılık düzeyinde analiz edilmiştir. Etik kurul izni, kurum izni, ölçek sahibinden yazılı izin ve katılımcılardan onam alınmıştır.

**Bulgular:** OAK-ÖY doğrulayıcı faktör analizinde beş alt boyutlu bir yapı göstermiştir. Ölçeğe ait bütün maddelerin faktör yüklerinin 0,40’ın üzerinde olduğu bulunmuştur ve ölçekten hiçbir madde çıkarmadan orijinal ölçeğe benzer yapı kabul edilmiştir ( $\chi^2/df=2,517$  (iyi uyum); SRMR=0,059 (kabul edilebilir uyum); RMSEA=0,070 (kabul edilebilir uyum); CFI=0,927 (kabul edilebilir uyum); IFI=0,927 (kabul edilebilir uyum)). OAK-ÖY Cronbach alfa

0.930'dur. Alt boyutlarının Cronbach alfa'ları ise klinik yönetim, bakım yönetimi, eğitim, klinik izleme ve bakım izleme sırasıyla 0.794, 0,707, 0,892, 0,874 ve 0.823'tür. Madde sayısı alt boyutlarıyla korunmuştur. Ölçek 21 maddeden oluşan beşli likert tiptedir. Her alan için puanlar standardize edilir ve 0 ile 100 arasında puanlanır. Yüksek puan hemşirenin o alanda yüksek öz yeterliliği olduğunu göstermektedir.

**Sonuç:** Yapılan analiz ve değerlendirmeler OAK-ÖY'nin Türk toplumu için geçerli ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Türk hemşirelerin Oral antikoagülan kullanımına ilişkin öz yeterliğini belirlemede kullanılacak geçerli ve güvenilir bir araçtır.

**Anahtar Kelimeler :** Antikoagülanlar, Klinik yeterlilik, Hemşirelik, Öz-yeterlilik, Geçerlik ve güvenilirlik

## ÖĞRENCİ HEMŞİRELERİN ÇOCUKLARA YÖNELİK EMPATİK EĞİLİMLERİ İLE MÜLTECİ ÇOCUKLARA YÖNELİK TUTUMLARININ BELİRLENMESİ: KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA

**Dr. Öğr. Üyesi Suat TUNCAY<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Abdullah SARMAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bingöl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, - ORCID ID: 0000-0001-5493-6507

<sup>2</sup> Bingöl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, - ORCID ID: 0000-0002-5081-4593

### ÖZET

Son yıllarda milyonlarca insan savaş, doğal afet, ekonomik kriz ve daha iyi yaşam koşulları nedeniyle ülkelerinden ayrılmak zorunda kalmıştır. Dünya çapında en az 89,3 milyon mülteci bulunmaktadır ve bu sayı her geçen gün artmaktadır. Mülteci sayısının artması toplumsal yapıyı farklılaştırmaktadır ve insanların mültecilere karşı olumsuz yaklaşımlar sergilemesine neden olmaktadır. Hemşirelik öğrencilerinde empatik davranışları ve diğer terapötik iletişim tekniklerini teşvik etmek, hemşirelik eğitiminin en temel unsurudur. Bu araştırmada öğrenci hemşirelerin çocuklara yönelik empatik eğilimleri ile mülteci çocuklara yönelik tutumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kesitsel-tanımlayıcı modelde planlanmış, evreni bir devlet üniversitesinin hemşirelik bölümünde eğitim gören öğrenciler oluşturmuştur. Herhangi bir örneklem seçimine gidilmeden evrenin tümüne ulaşılması hedeflenmiştir. Araştırma verileri, "Tanıtıcı Bilgi Formu", "Empatik Eğilim Ölçeği", "Mülteci Çocuklara Yönelik Tutum Ölçeği" kullanılarak toplanmıştır. Araştırma verilerinin toplanmasında, daha fazla katılımcıya ulaşabilmek için çevrimiçi "Google Forms" uygulaması kullanılmıştır. Araştırmaya 284 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin yaş ortalamasının  $20,29 \pm 3,96$ , %64,8'inin kadın, %25,7'sinin 4. sınıfta, %77,8'inin ekonomik durumunun kötü, %48,9'unun duygusal kişilik yapısında olduğu ve %55,6'sının bölümü isteyerek seçtiği belirlenmiştir. Öğrencilerin empatik eğilimlerinin ( $56,48 \pm 6,73$ ), mülteci çocuklara yönelik tutumlarının ( $61,99 \pm 7,03$ ) ve mülteci çocuklara yönelik davranışlarının ( $23,75 \pm 4,21$ ) orta seviyenin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Son sınıf öğrencilerinin, iki kız ve iki erkek kardeşi olanların, ders başarısını iyi olarak belirtenlerin, duygusal kişilik yapısında olanların, hemşirelik bölümünü isteyerek seçenlerin her üç ölçekten aldığı puan ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Sağlık bakımında önemli bir yeri olduğu belirtilen empati ve mülteci çocuklarla tutumun artırılması için hemşirelik okullarındaki müfredatların yeterli içeriğe sahip olması gerektiği düşünülmektedir. Hemşirelik öğrencilerinin mültecilere bakım verirken kültürel farklılıklar, inançlar, iletişim ve

dil farklılıkları gibi sorunlar yaşayabilecekleri düşünüldüğünden farklı etnik gruplarla çalışmanın incelikleri konusunda bilgilendirilmesi faydalı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Çocuk, Empatik eğilim, Hemşire, Mülteci.

## **DETERMINATION OF STUDENT NURSES' EMPATHIC TENDENCIES TOWARDS CHILDREN AND THEIR ATTITUDES TOWARDS REFUGEE CHILDREN: A COMPARATIVE STUDY**

### **ABSTRACT**

In recent years, millions of people have been forced to leave their countries due to war, natural disasters, economic crisis and better living conditions. There are at least 89.3 million refugees worldwide and this number is increasing every day. The increasing number of refugees differentiates the social structure and causes people to exhibit negative attitudes towards refugees. Promoting empathic behaviors and other therapeutic communication techniques in nursing students is the most fundamental element of nursing education. In this study, it was aimed to determine the empathic tendencies of student nurses towards children and their attitudes towards refugee children. The study was planned in a cross-sectional-descriptive model and the population consisted of students studying in the nursing department of a state university. It was aimed to reach the entire population without any sample selection. The research data were collected using the "Introductory Information Form", "Empathic Tendency Scale", and "Attitude Towards Refugee Children Scale". The online "Google Forms" application was used to collect the research data in order to reach more participants. 284 students participated in the study. The mean age of the students was  $20.29 \pm 3.96$ , 64.8% were female, 25.7% were in the 4th grade, 77.8% had poor economic status, 48.9% had an emotional personality and 55.6% chose the department willingly. It was determined that the students' empathic tendencies ( $56.48 \pm 6.73$ ), attitudes towards refugee children ( $61.99 \pm 7.03$ ) and behaviors towards refugee children ( $23.75 \pm 4.21$ ) were above the middle level. It was observed that the mean scores of the final year students, those who had two sisters and two brothers, those who stated their course success as good, those with emotional personality structure, and those who chose the nursing department willingly had higher mean scores in all three scales. It is thought that the curricula in nursing schools should have sufficient content in order to increase empathy and attitudes towards refugee children, which have an important place in health care. Since it is thought that nursing students may experience problems such as cultural



differences, beliefs, communication and language differences while caring for refugees, it would be useful to inform them about the subtleties of working with different ethnic groups.

**Keywords:** Child, Empathic tendency, Nurse, Refugee.



## SAMSUN ÜNİVERSİTESİ SAMSUN EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ GENEL CERRAHİ KLİNİĞİNDEKİ ACİL İNKARSERE İNGUİNAL HERNİ DENEYİMLERİMİZ

**Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Alperen AVCI**

**Samsun Üniversitesi**

### **Özet**

İnkarsere inguinal herniler cerrahi acillerin önemli bir kısmını ve inguinal herni operasyonlarının %5-15 ini oluştururlar. Strangüle hernilerde, potensiyel olarak enfekte alanlarda özellikle ince barsak rezeksiyonu sonrası mesh kullanımı ile ilgili hala ortak bir fikir birliği yoktur. Çalışmamızda 2022 yılında acil inkarsere herni sebebiyle inguinal herni operasyonu deneyimlerimizi paylaşmayı amaçladık. Ocak 2022-Ocak 2023 tarihleri arasında acil servisimize inkarsere herni sebebiyle başvuran, acil inguinal herni operasyonu yapılan 25 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Bağırsak perforasyonu, apse formasyonu, yaygın peritonit olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Hastanemiz acil servisinden inkarsere herni sebebiyle opere edilen 25 hastanın; 16 (%64) sı erkek 9 (%36) u kadındı. Demografik olarak yaş ortalaması 68,64 dü. . Inguinal herni operasyonlarında hastaların 23(%92) üne meshli onarım, 2 (%8)sine de meshsiz onarım yapılmıştır. Operasyonlar sırasında 25 hastanın 4 (%16) sinde nekroz sebebiyle ince barsak rezeksiyonu, 2 (%16) üne de omentum nekrozu sebebiyle omentum rezeksiyonu yapıldı. Hastaların 19 (%76) una iskemi olmaması veya iskeminin sıcak kompres uygulama ile geri dönmesi sebebiyle rezeksiyon uygulanmamıştır. Strangüle ve inkarsere hernilerde prostetik meshin kullanımı hakkında yaygın bir endişe mevcuttur. Son yazılarda prostetik mesh ile ilgili bu endişeye zıt fikirler mevcuttur. Lichtenstein hernioplastinin elektif cerrahi dışında acil vakalarda kullanılabileceği, prosedürün iyi bir sonucu, düşük derecede postoperatif komplikasyonu ve düşük oranda lokal enfeksiyonu rapor edilmiştir. Bulgularımız küçük bir hasta grubuyla sınırlı ve kısa süreli takibe dayanmaktadır. Bununla birlikte, ince barsak ve omentum rezeksiyonu olan inkarsere hernilerde prostetik mesh kullanımının uygun olabileceğinin düşünmekteyiz. Ancak bu konuda daha yüksek popülasyonlu çalışmalar yapılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İnkarsere Herni, Prostetik Mesh, Hernioplasti

## Giriş

İnkarsere inguinal herniler cerrahi acillerin önemli bir kısmını ve inguinal herni operasyonlarının %5-15 ini oluştururlar. Klinik tanıdaki güçlükler sebebiyle inkarsere hernilerin %15-36 sını da morbidite (%21-39) ve mortalitesi (%4-5) elektif cerrahiden yüksek olan, acil barsak rezeksiyonu gerektiren hernioplasti operasyonu gerektirebilir (1-4). Strangüle hernilerin prostetik mesh ile onarımı çoğu grupta kontrendike kabul edilse de bazı grupların strangüle hernileri güvenli bir şekilde prostetik mesh ile onardığı raporlanmıştır (2-6). Strangüle hernilerde, potensiyel olarak enfekte alanlarda özellikle ince barsak rezeksiyonu sonrası mesh kullanımı ile ilgili hala ortak bir fikir birliği yoktur (8). Çalışmamızda 2022 yılında acil inkarsere herni sebebiyle inguinal herni operasyonu deneyimlerimizi paylaşmayı amaçladık.

## Materyal ve Yöntem

Ocak 2022-Ocak 2023 tarihleri arasında acil servisimize inkarsere herni sebebiyle başvuran, acil inguinal herni operasyonu yapılan 25 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Bağırsak perforasyonu, apse formasyonu, yaygın peritonit olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Çalışmamız retrospektif olarak tasarlandı. Hastaların demografik verileri (yaş ve cinsiyet) ve operasyon notları sistem üzerinden analiz edildi.

## Bulgular

Hastanemiz acil servisinden inkarsere herni sebebiyle opere edilen 25 hastanın; 16 (%64) sı erkek 9 (%36) u kadındı. Demografik olarak yaş ortalaması 68,64 dü. Hastalarımızın 13 (%52) ü sağ inguinal herniden, 12 (%48) si sol inguinal herniden opere edilmiştir. İnguinal herni operasyonlarında hastaların 23(%92) üne meshli onarım, 2 (%8) sine de meshsiz onarım yapılmıştır. Operasyonlar sırasında 25 hastanın 4 (%16) sinde nekroz sebebiyle ince barsak rezeksiyonu, 2 (%16) üne de omentum nekrozu sebebiyle omentum rezeksiyonu yapıldı. Hastaların 19 (%76) una iskemi olmaması veya iskeminin sıcak kompres uygulama ile geri dönmesi sebebiyle rezeksiyon uygulanmamıştır.

## Tartışma

Fıtık cerrahisinde sentetik greft kullanımı uzun yılladır kabul görmüş bir tekniktir. Strangüle ve inkarsere hernilerde prostetik meshin kullanımı hakkında yaygın bir endişe mevcuttur (1-4). Son yazılarda prostetik mesh ile ilgili bu endişeye zıt fikirler mevcuttur. Lichtenstein hernioplastinin elektif cerrahi dışında acil vakalarda kullanılabileceği, prosedürün iyi bir sonucu, düşük derecede postoperatif komplikasyonu ve düşük oranda lokal enfeksiyonu rapor

edilmiştir (4-9). Bizim çalışmamızda da acil opere edilen inkarsere hernileri inceledik. Çalışmamızdaki 2 hastamıza meshsiz onarım, 23 hastamıza meshli onarım yapıldı. Çalışmamızdaki 23 hastanın 2 sin de ince barsak ve 4 ün de omentum rezeksiyonu yapıldıktan sonra prostetik mesh kullanılmıştır. Yapılan takiplerde mesh reaksiyonu, enfeksiyon ve hematom gibi herhangi bir komplikasyon gelişmemiştir. Cerrahi alan enfeksiyonun; hematom, morbidite, ileri yaş ve uzamış ameliyat süreleriyle ilişkisi bildirilmiştir (10). Bizim çalışmamızda da ileri yaş ve morbidite risk faktörü mevcuttu ancak herhangi bir lokal enfeksiyonla karşılaşılmamıştır.

## Sonuçlar

Bulgularımız küçük bir hasta grubuyla sınırlı ve kısa süreli takibe dayanmaktadır. Bununla birlikte, ince barsak ve omentum rezeksiyonu olan inkarsere hernilerde prostetik mesh kullanımının uygun olabileceğinin düşünmekteyiz. Abse formasyonu, perforasyon bulgusu, yaygın peritonit gibi enfektif durumlar yokluğunda strangüle ve inkarsere hernilerde mesh kullanımı için kontrendike olmadığını düşünmekteyiz. Ancak bu konuda daha yüksek popülasyonlu çalışmalar yapılması gerekmektedir.

	<b>Meshli Onarım</b>	<b>Meshsiz Onarım</b>	<b>Erkek Cinsiyet</b>	<b>Kadın Cinsiyet</b>	<b>Sağ Taraf</b>	<b>Sol Taraf</b>
<b>İnce Barsak Rezeksiyonu</b>	4	0	2	2	2	2
<b>Omentum Rezeksiyonu</b>	2	0	1	1	1	1
<b>Rezeksiyon Yapılmayan</b>	17	2	13	6	10	9

Tablo: İnkarsere herni sebebiyle acil opere edilen hastaların açık tablosu

## Kaynakça

1. Derici H, Unalp HR, Nazil O, Kamer E, Coskun M, Tansug T, et al. Prosthetic repair of incarcerated inguinal hernias: is it a reliable method? Langenbecks Arch Surg. 2010;395:575–9.
2. Abd Ellatif ME, Negm A, Elmorsy G, et al. Feasibility of mesh repair for strangulated abdominal wall hernias. Int J Surg 2012;10:153–6.

3. Koizumi M, Sata N, Kaneda Y, et al. Optimal timeline for emergency surgery in patients with strangulated groin hernias. *Hernia* 2014;18: 845–8.
4. Sawayama H, Kanemitsu K, Okuma T, et al. Safety of polypropylene mesh for incarcerated groin and obturator hernias: a retrospective study of 110 patients. *Hernia* 2014;18:399–406.
5. Elsebae MMA, Nasr M, Said M. Tension-free repair versus Bassini technique for strangulated inguinal hernia: a controlled randomized study. *Int J Surg*. 2008;6:302–5.
6. Lohsiriwat V, Sridermma W, Akaraviputh T, Boonnuch W, Chinsawangwatihanakol V, Methasate A, et al. Surgical outcomes of Lichtenstein tension-free hernioplasty for acutely incarcerated inguinal hernia. *Surg Today*. 2007;37:212–4.
7. Murai S, Akatsu T, Yabe N, Inoue Y, Akatsu Y. Impacted obturator hernia treated successfully with a Kugel repair: reports of two cases. *Surg Today*. 2009;39:821–4.
8. Campanelli G, Nicolsi FM, Pettinari D, Avesani EC. Prosthetic repair, intestinal resection, and potentially contaminated areas: safe and feasible? *Hernia*. 2004;8:190–2.
9. Wysocki A, Pozniczek M, Krzywon J, Strzalka M. Lichtenstein repair for incarcerated groin hernias. *Eur J Surg*. 2002;168:452–4.
10. Praveen S, Rohaizak M. Local antibiotics are equivalent to intravenous antibiotics in the prevention of superficial wound infection in inguinal hernioplasty. *Asian J Surg*. 2009;32:59–63.

## DENEYSSEL EPİLEPSİ MODELİNDE KORTEKS, HİPOKAMPUS VE BEYİN SAPINDA NÖROPLASTİN, TRAF6, GLUA1, GABA(A) RESEPTÖRÜ VE PMCA İFADELERİ

**Dr. Öğr. Üyesi, ASLI OKAN OFLAMAZ<sup>1</sup>, Doç. Dr., ZÜLEYHA DOĞANYİĞİT<sup>1</sup>, Doç.  
Dr., SEHER YILMAZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı,  
<https://orcid.org/0000-0001-8152-7338>

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı,  
<https://orcid.org/0000-0002-6980-3384>

<sup>2</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0000-0003-4551-995X>

### ÖZET

Beyinde sinaptik plastisitedeki bozulmalara bağlı olarak değişen uyarılabilirlik dengesi sonucunda epileptik nöbetler görülmektedir. Sinaptik plastisitede ve uyarılabilirlik dengesini sağlayan nörotransmitter aktivitelerinde rol aldığı bilinen ve farklı nörolojik hastalıklardaki önemi vurgulanan Nöroplastin ve ilişkili olduğu moleküller ise epilepside daha önce incelenmemiştir. Bu çalışmada 2 aylık, 250-300 gr ağırlığındaki toplam 48 adet *Sprague dawley* ırkı erkek ve dişi sıçanlar kullanılmış olup, sıçanlarda epilepsi modeli Pentilentetrazol (PTZ) ile oluşturulmuştur. Deney prosedürünün tamamlanmasının ardından sıçanların beyin ve beyin sapında hem histopatolojik değişiklikler hem de immünohistokimyasal yöntemlerle ilgili proteinlerin immünreaktiviteyi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda nöroplastin ve ilişkili proteinler olan TRAF6, GABA (A) reseptörü ve de PMCA protein ekspresyon düzeylerinin özellikle hipokampüste artış gösterdiği sadece GluA1 ekspresyonunun diğer proteinlerden farklı olarak azaldığı gözlemlendi. Beyin sapında ise tam tersine nöroplastin azalmasına karşın, TRAF6 ve GABA (A)'nın arttığı; GluA1 ve PMCA proteinlerinde ise anlamlı bir değişiklik olmadığı tespit edildi. Beyin sapının sinaptik plastisite sinyal yollarında hipokampus kadar etkili bir hedef olmadığı düşünülebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Epilepsi; Status epileptikus; Nöroplastin; TRAF6; İmmünohistokimya

THD-2022-1050 numaralı bu çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

## **NEUROPLASTIN, TRAF6, GLUA1, GABA(A) RECEPTOR, AND PMCA EXPRESSIONS IN CORTEX, HIPPOCAMPUS, AND BRAIN STEM IN EXPERIMENTAL EPILEPSY MODEL**

### **ABSTRACT**

Epileptic seizures result from changing excitability balance depending on the deterioration in synaptic plasticity in the brain. Neuroplastin, known to play a role in synaptic plasticity and neurotransmitter activities that balance excitability, and its importance in different neurological diseases, and its related molecules have not been studied before in epilepsy. In this study, a total of 48 Sprague Dawley male and female rats, 2 months old and weighing 250-300 g, were used, and the epilepsy model in rats was created with Pentylentetrazole (PTZ). After the completion of the experimental procedure, both histopathological changes and immunoreactivity of proteins related to immunohistochemical methods were investigated in the brain and brain stem of rats. As a result of the study, it was observed that neuroplastin and related proteins TRAF6, GABA(A) receptor, and PMCA protein expression levels increased especially in the hippocampus, and only GluA1 expression decreased, unlike other proteins. On the contrary, although neuroplastin decreases in the brain stem, TRAF6 and GABA(A) increase; there was no significant change in GluA1 and PMCA proteins. It is conceivable that the brain stem is not as effective a target for synaptic plasticity signaling pathways as the hippocampus.

**Keywords:** Epilepsy; Status epilepticus; Neuroplastin; TRAF6; immunohistochemistry

This study, numbered THD-2022-1050, was supported by Yozgat Bozok University Scientific Research Projects Coordination Unit.

## İLAÇ KAYNAKLI NEFROTOKSİSİTEDE BİYOBELİRTEÇLERİN ÖNEMİ

Doç. Dr. Özlem Coşkun<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Buket Güngör<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, 0000-0002-0741-5001

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıp Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı, 0000-0002-5802-1635

### ÖZET

Nefrotoksisite, ilaçların ve kimyasalların toksik etkisiyle böbrek fonksiyonlarının hızla bozulması olarak tanımlanır. Nefrotoksisitenin geleneksel belirteçleri, erken böbrek hasarının tespitinde düşük hassasiyete sahip olan kan üresi ve serum kreatinindir. Böbrek hasarının altında yatan neden hakkında fikir veren daha hassas ve spesifik yeni biyobelirteçler gerekmektedir. Son yıllardaki teknolojik gelişmeler, araştırmacıların toksisite mekanizmaları hakkında öngörü kazanmalarını sağlayarak, yan etkilerin hafifletilmesini amaçlayan biyobelirteçlerin geliştirilmesini desteklemiştir. Böbrek hasarının erken tanısı ve tedavisi oldukça güçtür. Böbrek hasarının değerlendirilmesinde, glomerüler filtrasyon hızı (GFH); serum kreatinin ve kan üre nitrojen (azotu) konsantrasyon ölçümü böbrek fonksiyonlarının belirlenmesi için kullanılmaktadır ve yeterli duyarlılığa sahip değildir ayrıca böbrek epitel hücrelerinin %70-80'inin kaybedildiği durumlarda bu ölçümler yükselmektedir. Bu nedenle, nefrotoksisitenin tespiti için daha hassas, seçici, hızlı ve uygun yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Biyobelirteçler, toksisite değerlendirme sürecini kolaylaştırır ve yeni ilaç gelişiminde önemli katkılar sağlamaktadır. İlaça bağlı nefrotoksisite gelişiminde buna dikkat edilmez ve ilaç kullanımına devam edilirse böbrek hasarı ilerleyebilir ve geri dönüşümsüz hale gelebilir. Bu biyobelirteçler, ilaca bağlı nefrotoksisitenin erken teşhisinde ve yeni ilaçların güvenlik denetimi sırasında avantaj sağlayacaktır. Böbreğin belirli bir bölgesindeki hasarı lokalize etmek için yeni üriner biyobelirteçlerin keşfedilmesi umut verici olmuştur. Biyobelirteçlerden idrar TP(total protein), Sistatin C, KIM-1(böbrek hasar proteini) ve NGAL'in (idrarda nötrofil jelatinaz ilişkili lipokalin) tübüler yaralanma için en duyarlı belirteçlerdir. Nefrotoksisitenin etkili bir şekilde önlenmesi için böbrek hasarını daha erken teşhis edebilen yeni biyobelirteçlerin keşfedilmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. Çoklu biyobelirteçlerin bir kombinasyonu ise böbrek hasarını erken dönemde ve yüksek hassasiyetle saptayacak, teşhisine yardımcı olacaktır. Geleneksel biyobelirteçlere alternatif olarak keşfedilen yeni biyobelirteçlerin klinik faydalarını doğrulamak için gelecekte prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu derlemenin amacı ilaç kaynaklı nefrotoksisitede biyobelirteçlerin önemini ve klinik faydasını literatüre dayanarak vurgulamaktır.

**Anahtar kelimeler:** Nefrotoksisite, ilaç kaynaklı böbrek hasarı, biyobelirteç

### THE IMPORTANCE OF BIOMARKERS IN DRUG-INDUCED NEPHROTOXICITY

#### ABSTRACT

Nephrotoxicity is defined as the rapid deterioration of kidney function due to the toxic effect of drugs and chemicals. Traditional markers of nephrotoxicity are blood urea and serum creatinine, which have low sensitivity in detecting early kidney damage. More sensitive and specific new biomarkers that provide insight into the underlying cause of kidney damage are required. Technological developments in recent years have supported the development of biomarkers aimed at mitigating side effects by enabling researchers to gain insight into toxicity

mechanisms. Early diagnosis and treatment of kidney damage is very difficult. In the evaluation of kidney damage, glomerular filtration rate (GFR); The measurement of serum creatinine and blood urea nitrogen (nitrogen) concentration is used to determine kidney function and does not have sufficient sensitivity, and these measurements increase when 70-80% of renal epithelial cells are lost. Therefore, there is a need to develop more sensitive, selective, rapid and suitable methods for the detection of nephrotoxicity. Biomarkers facilitate the toxicity assessment process and make important contributions to the development of new drugs. If drug-induced nephrotoxicity is not taken into consideration and drug use is continued, kidney damage may progress and become irreversible. These biomarkers will be advantageous in the early detection of drug-induced nephrotoxicity and during the safety audit of new drugs. The discovery of new urinary biomarkers to localize damage to a specific area of the kidney has been promising. Of the biomarkers, urine TP (total protein), Cystatin C, KIM-1 (kidney injury protein) and NGAL (urine neutrophil gelatinase-associated lipocalin) are the most sensitive markers for tubular injury. In order to effectively prevent nephrotoxicity, it is necessary to discover and develop new biomarkers that can detect kidney damage earlier. A combination of multiple biomarkers will detect kidney damage early and with high sensitivity, helping its diagnosis. Future prospective studies are needed to confirm the clinical benefits of new biomarkers discovered as alternatives to traditional biomarkers. The purpose of this review is to emphasize the importance and clinical utility of biomarkers in drug-induced nephrotoxicity based on the literature.

**Key words:** Nephrotoxicity, drug-induced kidney injury, biomarkers.

## İLAÇ KAYNAKLI NEFROTOKSİSİTEDE BİYOBELİRTEÇLERİN ÖNEMİ

Doç. Dr. Özlem Coşkun<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi Buket Güngör<sup>2</sup>

### 1.GİRİŞ

Böbrek fizyolojisi; su ve asit-baz dengesi, elektrolit bileşimi, kan basıncı, eritropoez ve bazı enzim ve hormonların sentezini düzenleyerek homeostazın korunmasında önemli rol oynar. Böbreklerin görevi özellikle, ilaçların, bulaşıcı veya toksik maddelerin e vücuttan atılmasıdır<sup>1,2</sup>.

Nefrotoksisite, çoğunlukla ilaçlara ayrıca diğer ekzojen kimyasallara doğrudan/dolaylı maruz kalmanın neden olduğu böbrek hasarıdır. İlaçlar veya ilaçların metabolik ürünleri böbrekte hasara neden olursa ve detoksifikasyon ve atılım süreçleri düzgün çalışmazsa nefrotoksisiteye yol açar. Güvenli ilaçların geliştirilmesinde, bu toksisitelelerin mekanizmalarını anlamak çok önemlidir. İlaça bağlı nefrotoksisite, glomerül hemodinamiklerindeki değişikliklere, tübüler hücrelerin toksisitesine, enflamasyona, rabdomiyoliz, nefropati ve trombotik mikroanjyopatiye bağlı gelişebilir. . Nefrotoksisitenin erken tespiti, uygun yönetiminin anahtarıdır<sup>3,4</sup>.

Biyobelirteçler, normal biyolojik süreçlerin, patolojik süreçlerin ve bir etkiye veya terapötik müdahaleye verilen tepkilerin göstergeleridir<sup>5</sup>.

Biyobelirteçler, ilaçların toksisite değerlendirme süreçlerini kolaylaştırdıkları için yeni ilaç geliştirmede önemli katkı sağlar<sup>6</sup>.İlaça bağlı nefrotoksisite, birçok tanınmış ve terapötik ajanın nispeten yaygın bir komplikasyonudur. Nefrotoksisiteye neden olan çoğu ilaç, patofizyolojik mekanizmalar ile toksik etkiler gösterebilir. İlaça bağlı nefrotoksisite mekanizmaları, çeşitli ilaçlar veya ilaç sınıfları arasında farklılık gösterebilir ve bunlar genellikle etkilenen böbreğin histolojik bileşenine göre sınıflandırılır<sup>7,8</sup>.

İlaça bağlı böbrek hasarı biyobelirteçlerinin tanımlanması, ilaç geliştirmede yoğun odaklanma alanıdır. Kan üre azotu ve serum kreatini dahil böbrek fonksiyonunun geleneksel biyobelirteçler böbrek hasarının bölgesi hakkında bilgi vermez. Ayrıca böbrek epitel hücrelerinin %70-80'inin kaybedildiği durumlarda bu ölçümler yükselmektedir ve erken dönem böbrek hasarını göstermemektedir. Bu nedenle, böbrek hasarını daha erken dönemde tespit edebilecek ve daha duyarlı belirteçlere ihtiyaç vardır. İdeal biyobelirteçler, nefrotoksisiteyi ilaç keşif sürecinin erken aşamalarında belirleyerek ilaç geliştirme maliyetlerinin düşmesine ve daha güvenli ilaçların gelişmesine yol



açacaktır. Bu belirteçlerin, nefrotoksisiteyi geleneksel biyobelirteçlerden, diğer kimyasal ve histopatolojik yöntemlerden daha erken saptayabildiği birçok çalışmada doğrulanmıştır.<sup>9</sup>

İlaça bağlı nefrotoksisiteyi erken dönemde tahmin etmek için kısa döngülü, yüksek duyarlılığa, güçlü özgüllüğe ve iyi tahmin etkinliğine sahip alternatif yöntemler geliştirmek önemlidir.<sup>10</sup>

Biyobelirteçler, ilaçların toksisite değerlendirme sürecini kolaylaştırdıkları için yeni ilaç geliştirmeye önemli katkılar sağlar. İlaça bağlı nefrotoksistenin erken teşhisi, yeni ilaçların güvenlik değerlendirmesi sırasında avantajlı olacaktır. Bu nedenle, nefrotoksisite için duyarlı ve seçici biyobelirteçlerin keşfedilmesi ve geliştirilmesi ihtiyacı artmıştır<sup>11</sup>.

Biyobelirteçler, böbrek fonksiyonu (glomerüler filtrasyon), tübül fonksiyonu (filtrelenmiş moleküllerin yeniden emilimi) veya hasar hakkında bilgi verir. Yapılan birçok çalışmada biyobelirteçlerin keşfi ve doğrulanmasında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Kütle spektrometrisine bağlı iki boyutlu elektroforez, sıvı kromatografi ve kılcak elektroforez dahil idrar ekzozomlarının proteomik analizi yoluyla yeni proteinler tanımlanabilir<sup>12</sup>.

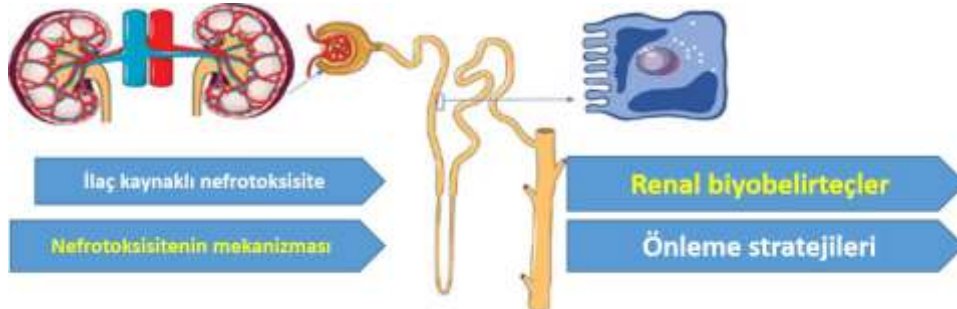
Hasara yanıt olarak böbrekler tarafından doğrudan kana veya idrara salınan biyobelirteçler, ilaca bağlı böbrek toksisitesinin daha erken belirteçleri olabilir.<sup>13</sup>

## 2. İLAÇ KAYNAKLI NEFROTOKSİSİTE

Nefrotoksisiteye neden olan ilaçların toksik etkileri, bir veya daha fazla patofizyolojik mekanizma tarafından üretilir.

. Nefrotoksik maddelerin doğrudan etkileri, proksimal tübüldeki epitel hücreleri için en kapsamlı şekilde incelenmiştir. Tübülleri çevreleyen interstisyel hücreler, glomerüllerde filtrasyon bariyerini koruyan podositler de ilaç toksisitesinin hedefleridir. Böbrek aynı zamanda mikro damar yapısını oluşturan çok çeşitli endotelial hücre popülasyonu içerir. Bu hücreler ayrıca ilaca bağlı hasara karşı da hassastır.

Nefrotoksisite için toksik mekanizmaların anlaşılması, yan etkileri azaltılmış terapötik faydaları olan ilaçların geliştirilmesine yardımcı olacaktır<sup>14</sup>.



**Görsel 1.** İlaça Bağlı Nefrotoksisite: Patojenik Mekanizmalar, Biyobelirteçler ve Önleme Stratejileri<sup>15</sup>.

Son 20 yılda böbrek biyobelirteç adaylarının tanımlanmasına yönelik çok sayıda ilerleme kaydedilmiştir. İn vivo potansiyel faydası gösterilen tüm biyobelirteçler, in vitro nefrotoksistenin güvenilir göstergeleri olmayabilir. Çeşitli renal hücre tiplerinin spesifik ilaçlara duyarlılığının altında yatan fonksiyonel proteinler ve hasarın moleküler biyobelirteçleri, in vitro modellerin fonksiyonel olgunluğunu ve bunların nefrotoksik maddelere yanıt verme kapasitelerini karakterize etmek için kullanılabilir<sup>10</sup>. Böbrek, renal prostaglandin ve anjiyotensin II'ye bağlı olan afferent ve efferent arteriolar basıncını düzenleyerek sabit glomerüler filtrasyon hızını (GFR) korur.

Nonsteroid antiinflatuar ilaçlar (NSAID'ler), anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörleri (ACEI'ler) ve anjiyotensin reseptör blokerleri (ARB'ler), prostaglandin antagonistleri **glomerüler disfonksiyona** yol açabilir. Ayrıca Renal tübül hücreler, tübül yeniden emilim sebebiyle uzun süreli ilaçlarla uzun süreli temas halindedir. **Tübül hasara** neden olan ilaçlar aminoglikozit, amfoterisin B ve adefovir ve foscarnet gibi antivirallerdir.

İdrarda çözünmeyen kristaller üreten ilaçlar; **distal renal tübüllerde** çökerek interstisyel reaksiyona ve tıkanmaya neden olabilir. Kristal oluşturan en yaygın ilaçlar allopurinol, sülfonamidler, ampicilin, asiklovir, siprofloksasin, metotreksat ve triamterendir.

Nefrotoksistide, renal atılımı olan bazı ilaçların, renal fonksiyona göre ayarlanması gerekmektedir dozlarının azaltılması gerekmektedir. Çoğu ilacın nefrotoksik etkisi, zaten böbrek yetmezliği olan hastalarda daha fazla görülmektedir. Nefrotoksistenin yaklaşık %20'si ilaçlar tarafından tetiklenir. Ancak bu oran, yaşam süresinin uzaması ve çoklu ilaç kullanımı nedeniyle yaşlılarda artmaktadır.

### 2.1. Nefrotoksisite değerlendirmesinin biyobelirteçleri

, İlaç kaynaklı böbrek hasarı ile ilgili biyobelirteçlerin keşfi için yapılan çalışmalar son yıllarda artmıştır özellikle proksimal tübül hücrelerinin ve glomerülün hasarının değerlendirilmesine odaklanmıştır<sup>7,16</sup>.

Kan üre nitrojeni (BUN) ve serum kreatinin, böbrek fonksiyonundan bağımsız birçok renal ve renal olmayan faktörden etkilendikleri için böbrek fonksiyonunun özgül olmayan belirteçleridir. Geleneksel standart belirteçler düşük duyarlılığa ve özgüllüğe sahip olduğundan tanı ve tedavinin zamanlaması genellikle gecikir. Bu nedenle, erken evrelerde nefrotoksisitenin spesifik tanısı için yeni biyobelirteçlerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Böbrek hasarı sonucunda doğrudan kana veya idrara salınan bir biyobelirteç, ilaca bağlı böbrek toksisitesinin BUN ve serum kreatinininden daha erken belirteci olabilir. İdrar albümin ve idrar proteininin yanı sıra böbrek hasarının idrar biyobelirteçleri; böbrek hasarı molekülü-1 (KIM-1),  $\beta$ 2-mikroglobulin (B2M), sistatin C, klusterin, trefoil faktör-3 (TFF-3) ve Nötrofil jelatinaz ilişkili lipokalin (NGAL); bulunmaktadır. Rutin klinik uygulamada kullanılabilirliği için idrar biyobelirteç konsantrasyonları için klinik olarak ilgili eşik değerlerin oluşturulmasına önem verilmelidir.

İlaça bağlı böbrek toksisitesinin böbreğe özgü bir biyobelirteç ile daha erken saptanması, klinik çalışmalarda nefrotoksik ajanlardan kaçınılmasına neden olabilir ve böbrek hasarının başlangıcında tedavi edilmesine olanak sağlamaktadır.<sup>17,18</sup>

Nefrotoksisite değerlendirmesinin biyobelirteçleri ilaca bağlı böbrek hasarı için etkili bir önleyici strateji olan böbrek hasarının erken teşhisi için çok sayıda biyobelirteç bulunmuştur. Ne yazık ki, böbrek hasarının geleneksel serum belirteçleri olan CRE veya BUN, akut böbrek hasarının ve kronik böbrek hastalığının duyarlılığı düşük belirteçleridir. Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) ve Avrupa İlaçları tarafından bazı biyobelirteçler onaylanmıştır<sup>19</sup>.

#### **Çizelge 1. Böbrek hasarı tanıs ve prognostik plazma/idrar biyobelirteçleri<sup>20</sup>.**

<b>Akut böbrek hasarı teşhis biyobelirteçleri</b>	<b>Akut böbrek hasarı prognostik biyobelirteçleri</b>
İdrar KIM-1	İdrar KIM-1
İdrar L-FABP	İdrar L-FABP
İdrar IGFBP7	İdrar IL-18
İdrar TIMP-2	İdrar anjiyotensinojen
N-asetil $\beta$ D-glukozaminidaz 21	İdrar miRNA-210
İdrar IL-18	
İdrar kalprotektin	
İdrar anjiyotensinojen	
İdrar miRNA-210	
$\beta$ 2 microglobulin	
$\alpha$ 1-microglobulin	

$\alpha$ 1-mikroglobulin,  $\beta$ 2-mikroglobulin, Sistatin C (Cys C), retinol bağlayıcı protein ve böbrek hasarı molekülü-1 (KIM-1) gibi düşük moleküler ağırlıklı proteinler, nefrotoksisiteyi yansıtan proteinlerdir.

İdrar proteinlerinin ölçümü, nefrotoksisitenin tahmini için temel bir testtir. Ayrıca interlökin (IL), interferon ve koloni uyarıcı faktörler (CSF), renal tübül hasar ve onarımda rol oynar, böbrek hasarının biyobelirteçleri olarak kullanılabilir. Örneğin; yüksek IL-18 serum seviyeleri renal tübül atrofi ve interstisyel fibroz ile bağlantılıdır. Yüksek üriner IL-18, akut böbrek hasarı ve ilaca bağlı nefrotoksisite ile ilişkilidir.<sup>21</sup> Sistatin C (Cys C) kan üre ve serum kreatinin ile birlikte böbrek fonksiyonunun ve GFR'nin değerlendirilmesinde kullanılır. Yüksek Cys C seviyesi, GFR'nin azalması ile bağlantılıdır. Cys C serum düzeylerinin böbrek hasarını ve ilerlemesini göstermektedir. Cys C serum seviyeleri sigara içimi, kanser, nörolojik hastalıklar ve aterosklerozda da yükselmiştir.<sup>22</sup> Nötrofil jelatinaz ilişkili lipokalin (NGAL); renal iskemi ve akut böbrek hasarı sırasında inflamasyondan sorumlu olduğu için nefrotoksisite göstergesidir.<sup>23</sup> Kidney injury molecule-1 (KIM-1) proksimal tübül hasarı geleneksel belirteçlerden daha erken tanımlar Sisplatin, NSAID'ler ve aminoglikozit gibi nefrotoksik ajanlar, iskemik reperfüzyon hasarına bağlı olarak KIM-1'in upregülasyonuna yol açmaktadır. KIM-1'in serum ve idrar seviyesinin artışı, renal proksimal tübül hasarı ile ilişkilidir.<sup>24</sup>

Klinik olarak uygulanabilir, ideal biyobelirteçlerde aranılan özellikler;

(1) noninvasif ve kan/idrar gibi kolay erişilebilir numuneler kullanılarak hasta başında veya standart bir klinik laboratuvarında gerçekleştirilmesi kolay olmalıdır.

(2) standart bir tahlil kullanılarak hızlı ve güvenilir bir şekilde ölçülebilir platform olmalıdır

(3) risk sınıflandırmasına izin veren geniş bir dinamik aralık ve erken tespiti kolaylaştırmak için oldukça hassas olmalıdır.

(4) Böbrek hasarına spesifik olmalıdır. ABY'nin etiolojisini belirlemeye ve prognozu tahmin etmeye yardımcı olabilmesi (dializ ihtiyacını, hastanede kalış süresini ve mortaliteyi) gerekmektedir.

(5) alıcı işletim karakteristiği (ROC) eğrilerinde güçlü biyobelirteç özelliklerine sahip olmalıdır<sup>25</sup>.

Yeni biyobelirteçler, ilaca bağlı böbrek hasarının daha erken saptanmasına izin vererek ilaç denemelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Preklinik deneyler sırasında böbrek toksisitesinin saptanması, ya bileşiklerin yeniden formüle edilmesine ya da yüksek seviyelerde nefrotoksositeye neden olan ilaçların kullanılmamasını sağlar. Preklinik deneylerde hayvan toksisite çalışmalarının sadece % 40-60'ının insanlardaki toksisiteyi tahmin ettiği tahmin edilmektedir ve ilaç geliştirme sırasında renal toksisitenin saptanmasında yenilik ve iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğundan düşündürmektedir<sup>17</sup>.

## 2.2. İlaça Bağlı Nefrotoksositeyi Önleyici Faktörler

Nefrotoksik ilaçların kullanımının gerekli olduğu durumlarda ilaca bağlı nefrotoksosite gelişimi önemini korumaktadır. Nefrotoksositeye neden olduğu bilinen ilaçların toksik etkileri, bir veya daha fazla ortak patofizyolojik mekanizma ile gerçekleşir. Nefrotoksosite için toksik mekanizmaların anlaşılması, yan etkileri azaltılmış ilaçların geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır<sup>14</sup>.

İlaça bağlı böbrek fonksiyon bozukluğu insidansını azaltmada en önemli önleyici faktör; hastanın tedavisinde kullanılan ilaçların nefrotoksik potansiyellerinin bilinmesi ve farmakoterapinin böbrek fonksiyonu üzerindeki etkilerinin önceden tahmin edilebilmesidir. Nefrotoksosite semptomlarının erken şekilde tanınması çok önemlidir; hızlı terapötik müdahaleye ve nefrotoksik ilacın hemen kesilmesine olanak sağlar<sup>26</sup>.

Biyobelirteçlerin tam değerlerinin belirlenmesi, böbrek hasarının etiolojisi ve altta yatan mekanizmalarla ilgili bilgi vermesi araştırma alanının şekilde genişletilmesini gerektirecektir<sup>27</sup>.

Erken böbrek hasarı biyobelirteçleri ile klinik sonuçlar arasındaki ilişkiyi göstermek ve yüksek yapısal/hasar biyobelirteç seviyelerinin takip edilmesinin; böbrek fonksiyonunda iyileşmeye yol açıp açmadığını, klinik sonuçları ve mortaliteye etkisini belirlemek için daha fazla çok merkezli girişimsel klinik çalışmalara ihtiyaç vardır<sup>28</sup>.

Nefrotoksik ilaç tedavisinde karar vermeye rehberlik eden böbrek hasarının erken tespiti için yeni araçlar bulunmasına acil ihtiyaç vardır<sup>18</sup>.

## 3. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFİ

Toksin kaynaklı böbrek hasarının erken teşhisi için, yeni biyobelirteçlerin tanımlanması ve uygulanmasıyla birlikte yerleşik biyobelirteçlerin sürekli olarak iyileştirilmesi gereklidir. Biyobelirteçlerin hem duyarlılığını hem de özgüllüğünü artırmak için teknoloji gelişirken, in vitro, in vivo ve klinik araştırmaları kapsayan çeşitli yaklaşımlara ihtiyaç devam etmektedir<sup>29</sup>.

Tanısal ve prognostik biyobelirteçler hastalık patogenezi hakkında bir bilgi kaynağı oldukları için hedef tanımlamayı mümkün kılabilir veya terapötik ajanlara yanıt olarak biyolojik aktiviteye dair kanıt sağlayabilir<sup>30</sup>.

Gelecekte nefrotoksosite için hassas ve seçici biyobelirteçlerin geliştirilmesine, biyobelirteç tespiti için daha hızlı ve uygun yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, ilaç geliştirme sırasında potansiyel nefrotoksositeyi tahmin etmek için, ilaca bağlı toksisiteyi erken aşamada değerlendirmek ve en aza indirmek için in vitro/ in vivo modeller, moleküler tabanlı yaklaşımlar geliştirilmelidir<sup>15</sup>.

Farmakolojideki farklılıklar ve ardından biyobelirteç yanıtındaki eksiklik, in vitrodan in vivo sistemlere ve preklinik türler ile insanlar arasındaki taşıyıcı ve enzim proteinlerinin ekspresyonundaki farklılıklar, mevcut deneysel modellerin sınırlamalarından bazılarıdır. 3 boyutlu hücre kültürü yeteneği ile birlikte mikroakışkan (çip üzerinde böbrek) platformlarındaki ilerleme, gelecekte bu sorunların bazılarının ele alınmasına yardımcı olabilir. Son olarak, fizyolojik temelli farmakokinetik modelleme ve makine öğrenimi gibi daha yeni in silico ve hesaplama teknikleri, ilaca bağlı böbrek hasarının tahminine yardımcı olma potansiyeli göstermiştir<sup>16</sup>.

Gelecekteki girişimlerin, mevcut biyobelirteçlerin uygun şekilde saptanması için teknolojiler geliştirmeye ve bunları teşhis araçlarına dönüştürmeye odaklanması gerekecektir. Biyobelirteç kombinasyonu; teşhiste ve hastalık gelişiminin prognozunda etkinliklerini değerlendirmek için büyük klinik kohortlarda ve uzun vadeli prospektif çalışmalarda yeni biyobelirteçlerin daha fazla nitelendirilmesi ve doğrulanması gerekli olacaktır<sup>31</sup>.

Nefrotoksitenin saptanması için biyobelirteçlerin tanımlanması ve doğrulanmasının atılan ilk adımdır. Mevcut olanlardan daha hassas, daha ucuz ve daha verimli olan yeni biyobelirteçlere büyük ihtiyaç vardır. Bilinen biyobelirteçleri diğer bağlamlarda kullanılabilirlikleri açısından test etmek önemlidir. Gelecekte, yeni biyobelirteçlerin performansını iyileştirmeyi ve altta yatan toksisite/hastalık konusundaki anlayışımızı artırmayı amaçlayan daha ileri teknolojilere odaklanılmalıdır. İlaç endüstrilerinin bu yeni biyobelirteçlerin kullanımına ilişkin endişesinin, hala ele alınması gereken ek bir yük olduğu açıktır. Ayrıca, yeni Omics tabanlı biyobelirteçlerin kullanımıyla ilgili süregelen şüpheleri ortadan kaldırmak için, düzenleyici kurumların, bu yeni biyobelirteçler yeni olmasa veya henüz nitelikli olmasa bile, ilaç ve kimya endüstrilerinde kullanımlarını teşvik etmelerine ihtiyaç vardır.

Bu derlemede ilaca bağılı nefrotoksisite mekanizmalarını, potansiyel biyobelirteçlerin nefrotoksisitenin tanı ve tedavisindeki önemini vurgulamaya çalışıldı.

## KAYNAKLAR

1. Naimi, M. S. Al, Rasheed, H. A. & Hussien, N. R. Nephrotoxicity : Role and significance of renal biomarkers in the early detection of acute renal injury, 95–99, 2019.
2. Ranasinghe, R., Mathai, M. & Zulli, A. Cytoprotective remedies for ameliorating nephrotoxicity induced by renal oxidative stress, *Life Sci*, 318, 121466, 2023.
3. Ferguson, M. A., Vaidya, V. S. & Bonventre, J. V. Biomarkers of nephrotoxic acute kidney injury, 245, 182–193, 2008.
4. Sales, G. T. M. & Foresto, R. D. Drug-induced nephrotoxicity, *Rev. Assoc. Med. Bras*, 66, 82–90, 2020.
5. Blank, M., Thompson, A., Hausner, E. & Rouse, R. Biomarkers of drug-induced acute kidney injury: a regulatory perspective, *Expert Opin. Drug Metab. Toxicol*, 14, 929–936, 2018.
6. Kashani, K., Cheungpasitporn, W. & Ronco, C. Biomarkers of acute kidney injury: The pathway from discovery to clinical adoption, *Clin. Chem. Lab. Med.* 55, 1074–1089, 2017.
7. Kim, S. Y. & Moon, A. Drug-induced nephrotoxicity and its biomarkers, *Biomol. Ther.* 20, 268–272, 2012.
8. Awdishu, L., Atilano-Roque, A., Tuey, S. & Joy, M. S. Identification of novel biomarkers for predicting kidney injury due to drugs using “omic” strategies. *Pharmgenomics, Pers. Med*, 13, 687–705, 2020.
9. Boudonck, K. J. et al. Metabolomics for early detection of drug-induced kidney injury: Review of the current status. *Bioanalysis*, 1, 1645–1663, 2009.
10. Soares, S. et al. Biomarkers and in vitro strategies for nephrotoxicity and renal disease assessment, *Nephrol. Ren. Dis*, 5, 1–14, 2020.
11. George, B. et al. Profiling of Kidney Injury Biomarkers in Patients Receiving Cisplatin: Time-dependent Changes in the Absence of Clinical Nephrotoxicity, *Clin. Pharmacol. Ther.* 101, 510–518, 2017.
12. Charlton, J. R., Portilla, D. & Okusa, M. D. A basic science view of acute kidney injury biomarkers, *Nephrol. Dial. Transplant*, 29, 1301–1311, 2014.
13. Mussap, M., Noto, A., Fanos, V. & Van Den Anker, J. N. Emerging biomarkers and metabolomics for assessing toxic nephropathy and acute kidney injury (AKI) in neonatology, *Biomed Res. Int*, 2014, (2014).
14. Bhandare, P. A., Gadekar, G. J. & Bandawane, D. D. Drug Induced Nephrotoxicity : A Mechanistic Approach, 8, 2356–2363, 2023.
15. Wu, H. & Huang, J. Drug-Induced Nephrotoxicity: Pathogenic Mechanisms, Biomarkers and Prevention Strategies, *Curr. Drug Metab*, 19, 559–567, 2018.
16. Kulkarni, P. Prediction of drug-induced kidney injury in drug discovery, *Drug Metab. Rev*, 53, 234–244, 2021.
17. Griffin, B. R., Faubel, S. & Edelstein, C. L. Biomarkers of drug-induced kidney toxicity, *Ther. Drug Monit*, 41, 213–226, 2019.
18. Desai, R. J., Kazarov, C. L., Wong, A. & Kane-Gill, S. L. Kidney Damage and Stress Biomarkers for Early Identification of Drug-Induced Kidney Injury: A Systematic Review, *Drug Saf*, 45, 839–852, 2022.
19. Rao, J. et al. Nephrotoxicity induced by natural compounds from herbal medicines—a challenge for clinical application, *Crit. Rev. Toxicol*, 2023.
20. Konukoglu, D. Biomarkers For Acute Kidney Injury, *Int. J. Med. Biochem*, 1, 80–87, 2018.
21. Dinarello CA, Kaplanski G. Indeed, IL-18 is more than an inducer of IFN- $\gamma$  *J Leukoc Biol*. 104:237–8, 2018.
22. Koksal AR, Alkim H, Boga S, Iyisoy MS, Sen I, Tekin Neijmann S, et al. Value of cystatin C-based e-GFR measurements to predict long-term tenofovir nephrotoxicity in patients with hepatitis B. *Am J Ther.* 26:e25–31, 2019.
23. Al-Kuraishy HM, Al-Gareeb AI, Rasheed HA. Antioxidant and anti-inflammatory effects of curcumin contribute into attenuation of acute gentamicin-induced nephrotoxicity in rats. *Asian J Pharm Clin Res.* 12:466–68, 2019.
24. Zou C., Wang, C., & Lu, L. Advances in the study of subclinical AKI biomarkers. *Frontiers in Physiology*, 1698,2022.
25. Oh, D. J. A long journey for acute kidney injury biomarkers, *Ren. Fail*, 42, 154–165 (2020).
26. Dobrek, L. A Synopsis of Current Theories on Drug-Induced Nephrotoxicity, *Life* 13, 325, 2023.
27. Malhotra, R. & Siew, E. D. Biomarkers for the early detection and prognosis of acute kidney injury, *Clin. J. Am. Soc. Nephrol*, 12, 149–173, 2017.



28. Edelstein, C. L. Biomarkers in Acute Kidney Injury. *Biomarkers of Kidney Disease* (Elsevier Inc., 2017).
29. Weber, E. J., Himmelfarb, J. & Kelly, E. J. Concise review: Current and emerging biomarkers of nephrotoxicity, *Curr. Opin. Toxicol.* 4, 16–21, 2017.
30. Zuk, A. & Bonventre, J. V. Acute kidney injury. *Annu. Rev. Med.* 67, 293–307, 2016.
31. Campion, S. et al. The current status of biomarkers for predicting toxicity, 1–18, 2013.

## E-SCOOTER KULLANIM DAVRANIŞLARINA COVID 19 SALGINI İLE ARAÇLARA YÖNELİK ÇEVRESEL VE EKONOMİK YARAR ALGILARININ ETKİSİ

Erkan ARI<sup>1</sup>, Veysel YILMAZ<sup>2</sup>

### Özet

Bu çalışmada, e-scooter kullanım niyet ve davranışını etkileyen faktörler önerilen bir yapısal model ile araştırılmıştır. Önerilen modelin tasarlanmasında Planlanan davranış teorisinde (PDT) yer alan değişkenlerin yanı sıra covid 19 etkisi, çevresel kaygı, sosyal etki ve ekonomik yarar Değişkenleri modele eklenerek değişkenler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Araştırma modeli, Kısmi En Küçük Yapısal Eşitlik Modellemesi (PLS-SEM) ile analiz edilmiştir. Çalışmada, Covid 19 salgınının, çevresel kaygının ve e-scooterların ekonomik yararlarının kullanıma yönelik tutumları olumlu olarak etkilediği, ayrıca niyet ve davranışları da arttırdığı belirlenmiştir.

*Anahtar kelimeler:* Elektronik socotter, Covid-19 etkisi, Ekonomik yarar, Kullanım davranışı

### **The effect of the covid 19 epidemic and environmental and economic benefit perceptions for vehicles on e-scooter usage behaviors**

### Abstract

In this study, the factors affecting e-scooter usage intention and behavior were investigated with a proposed structural model. In the design of the proposed model, the variables included in the Theory of Planned Behavior (TPB) as well as the covid 19 effect, environmental anxiety, social impact and economic benefit variables were added to the model and the relationships between the variables were investigated. The research model was analyzed by Partial Least Structural Equation Modeling (PLS-SEM). In the study, it was determined that the Covid 19 epidemic, environmental concerns and the economic benefits of e-scooters positively affected attitudes towards use, and also increased intentions and behaviors.

*Keywords:* Elecreonic socotter, Covid-19 effect, Economic benefit, Usage behavior

---

<sup>1</sup> Doç.Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, E-Mail: [erkan.ari@dpu.edu.tr](mailto:erkan.ari@dpu.edu.tr), <https://orcid.org/0000-0001-6012-0619>

<sup>2</sup> Prof.Dr.,Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü E-mail: [vyilmaz@ogu.edu.tr](mailto:vyilmaz@ogu.edu.tr); (corresponding author) <http://orcid.org/0000-0001-5147-5047>

## Giriş

E-scooter'lar Hava kirliliği ve trafikte gürültü gibi ulaşım kaynaklı bazı sorunların çözümü ve ulaşım alternatif getirmek amacıyla 2017'den beri kullanılmaya başlanmıştır (Gössling, 2020). E-scooterların elektrikli yapıları nedeniyle çevre dostu olarak kabul edilmiştir (Allem and Majmundar, 2019; Che et al., 2020). Bununla birlikte, e-scooterlar yaygınlaşmasıyla birlikte trafikte yayalar ve diğer araçlar arasındaki etkileşim nedeniyle güvenlik sorunları ortaya çıkabilmektedir (Beck et al., 2020).

Rejali et al., (2021), e-scooter'ların, kolay erişimi, düşük maliyetleri, çevre dostu olması ve kullanım kolaylığı nedeniyle kişiler tarafından kabulü ve kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. E-scooter hizmeti veren şirketler trafikte yaşanabilecek kaza ve güvenlik sorunlarını en aza indirmek amacıyla bazı kurallar ortaya getirmişlerdir. Örneğin, Taiwan'da e-scooter kullanıcılarının kaska takmalarını ve sürücü ehliyetine sahip olmalarını zorunlu hale getirmişlerdir.

E-scooter kullanıcılarının kullanıma yönelik olumlu tutumlarını ve kullanma isteklerini pek çok faktör etkileyebilir. E-scooter kullanma kabul ve isteklerini, diğer ulaşım araçlarından farklı olarak araçların çeşitli özellikleri veya çevresel kaygılar gibi sosyal faktörlerle ilişkili olabilir (Guerra, 2019). E-scooter kullanımı konusunda olumlu tutumlar oluşturularak belirtilen hedeflere ulaşmak ve yaygınlaşmasını sağlayabilmek için öncelikle bu araçların kişiler tarafından kabul edilmesi gerekir. Bu kabulü açıklamak için, e-scooter'ların kullanımını etkileyen faktörlerin ve bu faktörler arasındaki ilişkilerin ortaya konulması önemlidir.

E-scooter 'ın kabulüyle ilgili literatür incelendiğinde, genellikle trafik altyapısı veya problemlili kullanımdan kaynaklanan güvenlik konulara odaklandığı görülmektedir (Hardt and Bogenberger, 2019). Ayrıca, literatürde kullanımı etkileyen sosyo-demografik faktörler ile e-scooter kullanımı arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır (Sun et al., 2020). Ancak, son çalışmalarda, e-scooterları (davranışsal kullanım amacı) kullanma niyet ve tutumlarına yönelik önemli unsurları tanımlamaya çalışmıştır. Araştırmalarda, PDT veya diğer teknoloji kabul modellerinin (TAM) kullanıldığı görülmektedir (Eccarius and Lu, 2020; Kopplin et al., 2021; Rejali et al., 2021).

## 2. Veri toplama aracı ve hipotezler

Veri toplama aracı literatürden yararlanarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Veri toplama aracı iki bölümden oluşmuştur. Birinci bölümünde demografik özellikleri ölçmek amacıyla 8, ikinci bölümünde ise tutum ve niyetleri ölçmek amacıyla "0-kesinlikle

katılmıyorum, 7-tamamen katılıyorum” şeklinde 7’li Likert ölçeğinde 34 madde yer almaktadır. Likert maddelerden oluşan veri toplama aracının iç tutarlık katsayısı Cronbach Alfa=0,889 olarak hesaplanmış ve oldukça güvenilir olarak değerlendirilmiştir. Anket online olarak sosyal medyada paylaşılmış veri toplama araçlarına dijital erişimi olan 380 gönüllü katılımcı tarafından doldurulmuştur. Kontrol sorusu analizi yapıldıktan sonra 34 anket verisinin güvenilir olmadığı belirlenmiş ve bu anketler verilerden çıkarılarak analizler 346 katılımcının elde edilen verilere dayanarak yapılmıştır.

Araştırmaya katılan bireylerin demografik özellikleri incelendiğinde %48.2’sinin ( f=169) erkek ve % 51.2’sinin (f=177) kişi olduğu belirlenmiştir. Araştırmaya katılanların %13.4’ü ( f=56) 18 yaş ve altı; %18.7’si (f=77) 25-31 yaş arası, %6.4’ü (f=32) 32-38 yaş arası, %5.2’si (f=19) 39-45 yaş arası, %0.9’u (f=3) 46-52 ve %0.9’u (f=52) yaş ve üstü olduğu belirlenmiştir. Araştırmaya katılan bireylerin yarısından fazlası büyükşehirlerde %39.3’ü (f=136) Ankara, %15.6’sı (f=54) İzmir ve %14.2’si (f=49) Eskişehir de yaşamaktadır. Araştırmaya katılan bireylerin eğitim düzeylerine bakıldığında %68.7’sinin (f=233) lisans ve lisans üstü öğrenciler olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada literatüre dayalı olarak tasarlanan modeldeki ilişkiler için ortaya konan hipotezler aşağıda verilmiştir;

**H1:** Covid 19 etkisi, insanların e-scooter kullanma tutumlarını pozitif ve anlamlı olarak etkiler.

**H2:** Covid 19 etkisi, insanların e-scooter kullanma niyetini pozitif ve anlamlı olarak etkiler.

**H3:** Çevresel kaygı e-scooter kullanma tutumunu pozitif ve anlamlı olarak etkiler.

**H4:** Sosyal norm, e-scooter kullanma tutumunu pozitif ve anlamlı olarak etkiler.

**H5:** Sosyal norm, e-scooter kullanma niyetini pozitif ve anlamlı olarak etkiler.

**H6:** E-scooter kullanma tutumu, e-scooter kullanma niyetini anlamlı ve pozitif olarak etkiler.

**H7:** Ekonomik yarar, e-scooter kullanma niyetini anlamlı ve pozitif olarak etkiler.

**H8:** Ekonomik yarar, e-scooter kullanma davranışını anlamlı ve pozitif olarak etkiler.

**H9:** E-scooter kullanma niyeti e-scooter kullanma davranışını anlamlı ve pozitif olarak etkiler.

### 3. Bulgular

Model uyumunun araştırılması ve hipotezlerin sınanmasında PLS\_SEM kullanılmıştır. PLS-SEM’de analizler ölçüm modeli ve yapısal model olarak iki aşamada değerlendirilir; Öncelikle



ölçüm modelinin yakınsak geçerliliği ve ayırt edici geçerliliği kontrol edilmiştir. Tablo 1'deki sonuçlar, ölçüm modelinin yakınsak geçerliliğe sahip olduğunu göstermektedir.

**Tablo 1.** Ölçüm modelinin yakınsaklık ve ayırt edici geçerliliği

	Cronbach Alfa (CA)	Composite Reliability (CR)	Average Variance Extracted (AVE)
ATT	0,777	0,871	0,693
BEH	0,545	0,815	0,687
C19	0,748	0,854	0,661
ENVR.BEN	0,816	0,890	0,732
ENVR.CON	0,773	0,867	0,686
INT	0,885	0,921	0,744
SN	0,806	0,887	0,724

Tablo 1 incelendiğinde yapı güvenirliliğinin (CR)>0,70 ve Cronbach's Alfa>0,70 ve AVE>0,50 olduğu görülmektedir. Ayırt edici geçerliliğin araştırılması AVE değerinin karekök değerleri ölçüm modeli için diğer yapılar arasındaki korelasyon katsayıları ile karşılaştırılmasıyla yapılır. Korelasyon katsayıları AVE değerinin karekökünden daha küçükse ayırt edici geçerlilik sağlanmış olur (Fornell and Larcker, 1981). Tablo 2'den anlaşılacağı gibi sonuçlar modelin ayırt edici geçerliliğinin sağlandığını göstermektedir.

**Tablo 2.** Ayrışma Geçerliliği- Fornell-Larcker Kriteri

	ATT	BEH	C19	ENVR.BEN	ENVR.CON	INT	SN
ATT	0,832						
BEH	0,193	0,829					
C19	0,712	0,247	0,813				
ENVR.BEN	0,435	0,332	0,503	0,855			
ENVR.CON	0,808	0,190	0,672	0,431	0,828		
INT	0,639	0,345	0,662	0,653	0,617	0,862	
SN	0,578	0,267	0,596	0,614	0,523	0,806	0,851

#### 4. Yapısal Model

PLS-SEM'de yapısal model genellikle  $R^2$ , etki büyüklüğü  $f^2$ ,  $Q^2$  ve uyum iyiliği indeksini (GoF) değerlendirir. Ayrıca modelin uyumu için Standardized Root Mean Square Residual SRMR, ve Normed Fit Index (NFI) değerleri kullanılmıştır.  $R^2$  değerlerinin büyüklüğü, tahmin edilen değerlerin doğruluğunun belirlenmesinde önemlidir.  $Q^2$  ölçüsü, modelin tahmin geçerliliğinin

bir göstergesidir (Chin, 1998). Modeldeki içsel gizil değişkenler için  $R^2$  değerleri ATT=0.715, BEH=0.139, INT=0.735 dir..

Tüm içsel gizli değişkenlerin  $R^2$  değerlerinin değerlendirilmesine ek olarak,  $f^2$  (etki büyüklüğü), çıkarılmış bir yapının içsel gizli değişkenler üzerinde ve belirli bir dışsal gizli değişken çıkarıldığında  $R^2$  değerindeki değişiklik üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını değerlendirmek için kullanılır. modelden. Etki ölçüsü  $f^2$  kestiricisi, örtük bir değişkenin yapısal düzeyde zayıf ( $f^2 < 0.14$ ), orta ( $f^2 < 0.34$ ) ve yüksek ( $f^2 > 0.34$ ) etkiye sahip olduğunu gösterir (Cohen, 1988).  $f^2$  değerleri tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde; ATT → INT 0.039; C19 → ATT 0.103; C19 → INT 0.037 olduğu görülmektedir.

**Tablo 3.**  $f^2$  değerleri

	ATT	BEH	INT
ATT			0,039
BEH			
C19	0,103		0,037
ENVR.BEN		0,023	0,091
ENVR.CON	0,602		
INT		0,033	
SN	0,037		0,464

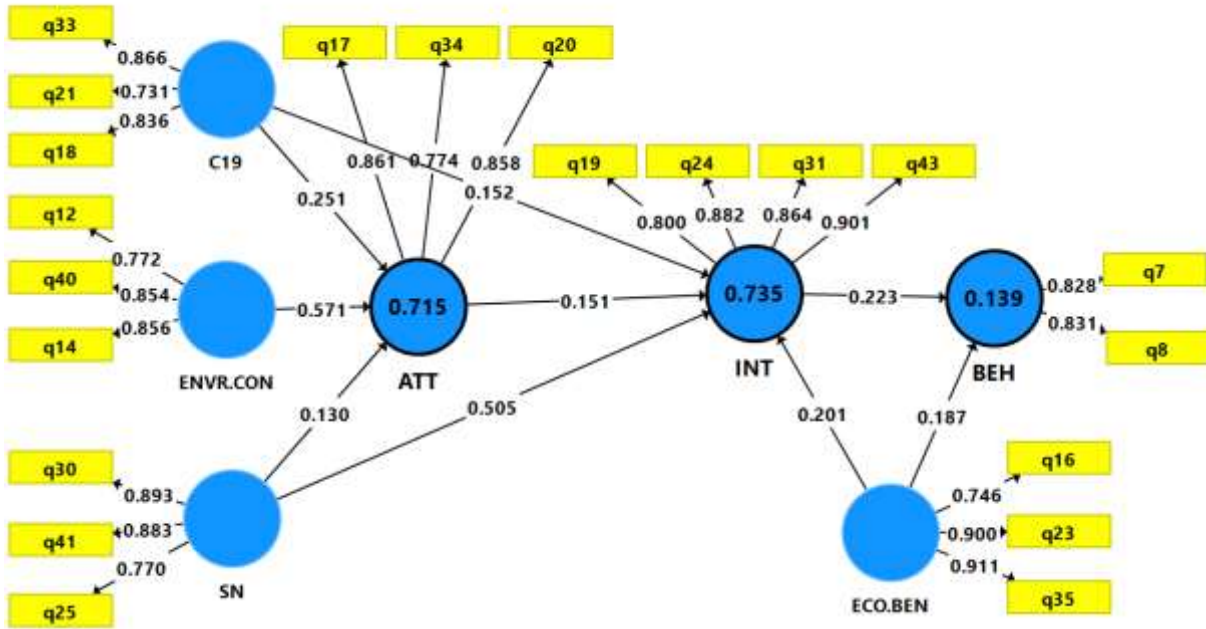
Model değişkenlerinin Eşdoğrusallık İstatistikleri (VIF)  $1.163 < Dış VIF Değerleri < 2.985$  ve  $1.619 < İç VIF Değerleri < 2.340$ 'tür. VIF değerleri 5'ten küçük olduğu için doğrusallık sorunu yoktur. GoF 0 ile 1 arasında değerler alır. GoF uyum dereceleri  $GoF < 0.10$  (orta),  $GoF < 0.25$  (orta),  $GoF < 0.36$  (iyi)  $GoF > 0.36$  (çok iyi) şeklindedir. Model için  $GoF = 0,625$  olarak hesaplanmıştır ve model uyumu yüksektir. Model uyum değerleri  $SRMR = 0,073 < 0,10$  ve  $NFI = 0,751 > 0,70$  'dir. Bu değerlerden modelin kabul edilebilir uyuma sahip olduğu söylenebilir.

#### 4.1 Hipotezlerin Testi

Önerilen modelin uyumunun ve varsayımların testinde kısmi en küçük kareler yöntemi PLS kullanılmıştır. Modelde doğrudan etkiler için öne sürülen hipotezlerin tamamı desteklenmiştir. Doğrudan etkiler için hipotez testinin sonuçları Tablo 4'te ve path modeli ise şekil 1 de verilmiştir.

**Tablo 4.** Hipotez Testi Sonuçları

Hipotez	Etki katsayıları	t-değerleri	P-değerleri	Karar
ATT→INT	0,151	3,498	P<0,01	Desteklendi
C19→ATT	0,251	4,535	P<0,01	Desteklendi
C19→INT	0,152	3,835	P<0,01	Desteklendi
ECO.BEN→BEH	0,187	2,833	P<0,01	Desteklendi
ECO.BEN→INT	0,201	4,791	P<0,01	Desteklendi
ENVR.CON→ATT	0,571	10,723	P<0,01	Desteklendi
INT→BEH	0,223	3,626	P<0,01	Desteklendi
SN→ATT	0,130	2,935	P<0,01	Desteklendi
SN→INT	0,505	11,093	P<0,01	Desteklendi



**Şekil 1.** Yapısal Eşitlik Modeli (SmartPls çıktısı)

C19: Covid 19 Etkisi; ENVR.CON: Çevresel Kaygı; SN: Sosyal Norm(Etki); ATT: E-Scottre Yönelik Tutum; INT: Kullanım Niyeti; BEH: Kullanım Davranışı; ECO.BEN: Ekonomik Yarar

## 5. Sonuç

Şekil 1 ve tablo 4 incelendiğinde en büyük etkilerin sırasıyla ENVR.CON→ATT, ECO.BEN→INT, C19→ATT dir. Pozitif olarak tahmin edilen parametreler yorumlanacak olursa; Şekil 1'e göre; Çevresel kaygıdaki bir birim artış e-scooter kullanma tutumunda 0.571 birimlik artışa neden olacağı belirlenmiştir. E-scooter kullanımından duyulan ekonomik yarardaki bir birimlik artışın e-scooter kullanma niyetinde 0.201 birimlik ve e-scooter kullanma

davranışında 0.187 birimlik artışa neden olacağı belirlenmiştir. Covid-19 salgını e-scooter kullanımına yönelik olumlu tutumları doğrudan, kullanma niyet ve davranışları da dolaylı olarak etkilediği belirlenmiştir. Covid 19 etkisindeki bir birimlik artışın ise e-scooter kullanma tutumunda 0.251 birimlik ve e-scooter kullanma niyetinde 0.152 birimlik artışa neden olacağı belirlenmiştir. E-scooter kullanma tutumundaki bir birimlik artışın ise e-scooter kullanma niyetini 0.223 birim arttırdığı belirlenmiştir.

Çevresel kaygı ve ekonomik yarar değişkenlerinin tutum, niyet ve davranışı olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Bu değişkenin modelde dışsal gizil değişken olarak yer almasının önemini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak PDT kapsamında geliştirilen modelin PLS-SEM uyum ölçütlerine göre uygun olduğu ve e-scooter kullanım niyet ve davranışların betimlenmesinde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır.

### **Kaynakça**

Gössling, S., 2020. Integrating e-scooters in urban transportation: Problems, policies, and the prospect of system change. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 79, 102230. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102230>

Allem, J.-P., Majmundar, A., 2019. Are electric scooters promoted on social media with safety in mind? A case study on Bird's Instagram. *Prev. Med. Reports* 13, 62–63. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2018.11.013>.

Che, M., Lum, K.M., Wong, Y.D., 2020. Users' attitudes on electric scooter riding speed on shared footpath: A virtual reality study. *Int. J. Sustain. Transp.* 1–10. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1718252>.

Cohen, J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Beck, S., Barker, L., Chan, A., Stanbridge, S., 2020. Emergency department impact following the introduction of an electric scooter sharing service. *Emerg. Med. Australas.* 32, 409–415. <https://doi.org/10.1111/1742-6723.13419>.

Rejali, S., Aghabayk, K., Mohommadi, A., Shiwakoti, N. (2021). Assessing a priori acceptance of shared dockless e-scooters in Iran. *Transportation Research Part D*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103042>.

Guerra, E., 2019. Electric vehicles, air pollution, and the motorcycle city: A stated preference survey of consumers' willingness to adopt electric motorcycles in Solo, Indonesia. *Transport. Res. Part D: Transport Environ.* 68, 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.07.027>.

Hardt, C., Bogenberger, K., 2019. Usage of e-Scooters in Urban Environments. *Transp. Res. Procedia* 37, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.178>.

Eccarius, T., Lu, C.-C., 2020. Adoption intentions for micro-mobility–Insights from electric scooter sharing in Taiwan. *Transp. Res. part D Transp. Environ.* 84, 102327. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102327>

Kopplin, C.S., Brand, B.M., Reichenberger, Y. (2021). Consumer acceptance of shared e-scooters for urban and short-distance mobility. *Transportation Research Part D*, 91 (102680). <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102680>.

Fornell, C., Larcker, D.F., 1981. Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics. *Journal of Marketing Research*, 18(3), 382–388. <https://doi.org/10.1177/002224378101800313>

## SOSYAL MEDYANIN ORGANİK GIDA SATIN ALMA NİYETİNE ETKİSİ: BİR YAPISAL MODEL ÖNERİSİ

Erkan ARI<sup>3</sup>, Veysel YILMAZ<sup>4</sup>

### Özet

Bu çalışmada sosyal medyanın organik gıda satın almaya yönelik tutum ve niyetlerini etkisi önerilen bir yapısal model ile araştırılmıştır. Önerilen modelde dışsal gizil değişkenler olarak influencerler ve sosyal medya etkisi ile gıda yenilikçiliği yer almaktadır. Araştırma modeli, Kısmi En Küçük Yapısal Eşitlik Modellemesi (PLS-SEM) ile analiz edilmiştir. Çalışmada, influencerlerin organik gıda satın alma tutumu üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Ancak, gıda yenilikçiliği ve sosyal medyanın organik gıda satın almaya yönelik tutumları olumlu olarak etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca organik ürünlere yönelik olumlu tutumların satın alma niyetlerini de arttırdığı ortaya çıkmıştır.

*Anahtar kelimeler:* Organik gıda, Satın alma niyet, Influencerler, Gıda yenilikçiliği, Sosyal medya etkisi

### The Effect of Social Media on Organic Food Purchasing Intention: A Structural Model Proposal

#### Abstract

In this study, the effect of social media on attitudes and intentions to buy organic food was investigated with a proposed structural model. In the proposed model, there are influencers and social media influence and food innovation as exogenous latent variables. The research model was analyzed by Partial Least Structural Equation Modeling (PLS-SEM). In the study, there was no significant effect of influencers on organic food purchasing attitude. However, it has been determined that food innovation and social media positively affect attitudes towards organic food purchase. In addition, it has been revealed that positive attitudes towards organic products increase their purchase intentions.

---

<sup>3</sup> Doç.Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, E-Mail: [erkan.ari@dpu.edu.tr](mailto:erkan.ari@dpu.edu.tr),  
<https://orcid.org/0000-0001-6012-0619>

<sup>4</sup> Prof.Dr.,Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü E-mail:  
[vyilmaz@ogu.edu.tr](mailto:vyilmaz@ogu.edu.tr); (corresponding author) <http://orcid.org/0000-0001-5147-5047>

**Keywords:** Organic food, Purchasing intent, Influencers, Food innovation, Social media influence

## 1.Giriş

Gıda sektörü endüstriyelleşip ucuzlaştıkça sağlıktan ödün vermeye başlamıştır. Buna karşın organik tarım insana ve çevreye zarar vermeyen, üretiminde hiçbir kimyasal kullanılmaksızın her aşaması kontrol altında olan sertifikalı üretim biçimidir. Kimyasal ilaç, hormon, GDO, zirai gübre ve katkı maddesi bulunmadan üretilen bu gıdalara organik gıda adı verilir.

1980'lere kadar organik ürünler çoğunlukla yerel kooperatifler, küçük özel mağazalar veya doğrudan çiftçiler tarafından satılmıştır. Tüketici talebi arttığında, organik ürünlerde uzmanlaşmış perakendeciler, büyük ölçekli dağıtım yapılarını benimseyerek operasyonlarını genişletmiştir. 1990'larda, büyük market perakende zincirleri, özellikle meyve, sebze, et ve süt ürünleri olmak üzere organik ürünler satmaya başlamıştır (Perrini vd., 2010). Endüstrileşen günümüzde ise daha çok paketli ve işlenmiş gıda yaygınlaşmıştır.

Gıda sistemimiz önemli zorluklarla karşı karşıya gelmiştir. Küresel iklim değişikliği, nüfus artışı ve beslenme yetersizlikleri gibi bir dizi sorun toplumları yeni sürdürülebilir gıda kaynakları bulmaya teşvik etmiştir (Govaerts ve Olsen, 2022). Son zamanlarda organik gıdalar küresel olarak bireylerin dikkatini çekmiştir. Sosyal medyanın ön planda olduğu günümüzde bilgiye kolay ulaşım tüketicilerin sağlık ve çevresel bilincini artırmıştır.

Organik gıdalar diğer gıda ürünlerine göre daha fazla çevre dostu, besleyici ve daha az zararlı içerik içerir. Bu da çevreye duyarlı ve sağlıklılarına önem veren bilinçli tüketicilerin organik gıdaya olan tutumlarını ve satın alma davranışlarını olumlu yönde etkilemektedir. (Wang vd., 2020)

İnternet ağının gelişmesiyle de sosyal medya iletişimi büyük önem kazanmıştır. Tüketicilerin resim, video ve metin yoluyla aldıkları ürünleri sosyal medya üzerinden paylaşmaları diğer tüketicilerinde satın alma davranışını etkilemektedir. Özellikle influencerların önerileri takipçilerinin tutumlarını ve satın alma davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Sağlıklı beslenen ve organik gıda tanıtımı yapan influencerlar takipçilerinin davranışlarını da bu yönde olumlu etkilemişlerdir. Tüketicilerin yenilikçi olmaları da yaygınlaşan organik gıda ürünlerini satın almaya yönlendirmiştir.

Bu araştırmanın konusu yapısal eşitlik modellemesi ile organik gıda satınalma davranışına etki eden faktörleri, araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda organik gıda satınalma niyeti ve

davranışını etkilediği düşünülen faktörler literatür deki diğer çalışmalardan da yararlanarak ortaya konulmuştur.

Tüketici bilinci, çevre bilinci ve sağlık bilincinin tutuma olan etkisine bilgi puanının tutumun niyet üzerindeki etkisine gıda yenilikçiliğinin, niyetin davranış üzerindeki etkisine de hem gıda yenilikçiliğinin hem de influencer etkisinin düzenleyici etkisi var mıdır? Tutum; Tüketici bilinci, çevre bilinci, sağlık bilinci ve influencer etkisi ile niyet arasındaki ilişkiye, niyet ise tutum ile davranış arasındaki ilişkiye aracılık eder mi? Ayrıntılı olarak bu çalışmanın amacı tüm bu sorulara cevap aramaktır.

Daha önceki çalışmalar genellikle niyeti ölçmeye yönelik yapılmıştır. Çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak bireylerin organik gıda ile ilgili bilgilerini ölçmek için bilgi puanı faktörü, gıda yenilikçiliği ve influencer etkisi düzenleyici olarak araştırılmak istenmiştir. Bu anlamda çalışma literatüre özgün katkı sağlayabilir.

## 2. Literatür Taraması

Apolaza vd. 2018, organik gıda tüketimi, sağlık endişesi, sağlık inancı ve refah arasındaki ilişkiyi incelerken sağlık endişesinin düzenleyici rolünü araştırmışlardır. Bulgular organik gıdanın refah üzerinde olumlu etkisi olduğunu desteklemiştir. Sağlık inancının organik gıda tüketimi ile refah arasındaki ilişkiye kısmi aracılık ettiğini ve sağlık etkisinin düzenleyici rolünü tespit etmişlerdir.

Fannani, Najib ve Sarma (2020), sosyal medyanın, organik gıda okuryazarlığının ve satın alma niyeti üzerindeki etkilerini yapısal eşitlik modellemesi ile analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre Influencer, arkadaş ve akraba referansları organik ürün satın alma davranışını en çok etkileyen faktör olduğunu göstermiştir.

Wang vd. (2020) çevre bilinci ile organik gıda satın alma niyeti arasındaki ilişkide algılanan fiyat kalitesinin düzenleyici rolünü ve algılanan gıda kalitesinin aracı rolünü incelemiştir. Çin'de yapılan araştırmada çevre bilincinin organik gıda satın alma niyeti üzerinde olumlu etkisi olduğu, algılanan gıda kalitesinin bu ilişkiye aracılık ettiği ve fiyat kalitesinin algılanan gıda kalitesi ile satın alma niyeti arasındaki ilişkiyi yumuşattığı sonucuna varmışlardır.

Lee cd. (2021), organik gıda satın alma niyetlerini etkileyen faktörleri ve belirsizliğin düzenleyici rolünü araştırmışlardır İngiltere, Kanada ve Amerika da toplamış oldukları 3 ayrı veriyi karşılaştırarak belirsizliğin organik gıdaya yönelik tutumun satın alma davranışına etkisini azalttığını analiz etmişlerdir.



Hai ve Khoa (2021) sağlık endişesinin, çevresel endişe, algılanan fiyat, algılanan kalite ve organik gıda ile ilgili bilginin online alışveriş niyeti üzerindeki etkisini incelerken algılanan sosyal mesafenin düzenleyici rolünü değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Tüm bu faktörlerin organik gıda satın alma niyetleri üzerinde olumlu etkisi olduğu ve algılanan sosyal mesafenin algılanan fiyatın etkisini artırıcı, çevresel endişenin, sağlık endişesinin ve algılanan kalitenin etkisini yumuşatıcı yönde etki ettiğini gözlemlemişlerdir.

Govaerts ve Olsen (2022) gıda yenilikçiliğinin, sürdürülebilir ve sağlıklı deniz yosunu tüketimine etkisini ve niyetle tüketim arasındaki düzenleyicilik rolünü araştırmışlardır. Gıda yenilikçiliğinin ve niyetin tüketimin belirleyicileri olduklarını aynı zamanda gıda yenilikçiliğinin niyet ve tüketim arasındaki ilişkiyi olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada organik gıda ürünleri satın alma tutum ve niyetini etkileyen faktörler araştırılmak istenmiştir. Özellikle influencer etkisi, gıda yenilikçiliği ve sosyal medya etkisinin organik ürün satın almaya yönelik tutum ile arasındaki ilişki ortaya konulmuştur.

### **Veri Derleme Aracı ve Hipotezler**

Veri toplama aracının oluşturulmasında Govaerts ve Olsen (2022) Kwatchadze ve Akıncı (2018), Al-Swidi vd. (2014) çalışmalarından yararlanılmıştır. Veri toplama aracı iki bölümden oluşmuştur. Birinci bölümünde demografik özellikleri ölçmek amacıyla 6, ikinci bölümünde ise tutum ve niyetleri ölçmek amacıyla “0-hiçbir zaman, 10- her zaman ” şeklinde 10'li Likert ölçeğinde 22 madde yer almaktadır. Likert maddelerden oluşan veri toplama aracının iç tutarlık katsayısı Cronbach Alfa=0,916 olarak hesaplanmış ve oldukça güvenilir olarak değerlendirilmiştir. Anket online olarak sosyal medyada paylaşılmış veri toplama araçlarına dijital erişimi olan 483 gönüllü katılımcı tarafından doldurulmuştur. Kontrol sorusu analizi yapıldıktan sonra 30 anket verisinin güvenilir olmadığı belirlenmiş ve bu anketler verilerden çıkarılarak analizler 453 katılımcının elde edilen verilere dayanarak yapılmıştır.

Araştırmaya katılan bireylerin demografik özellikleri incelendiğinde %57.6'sinin ( f=261) erkek ve % 42.4'ünün (f=192) kişi olduğu belirlenmiştir. Araştırmaya katılanların %40.4'ü (f=183) bekar, %59.6'sı (f=270) evlidir. Araştırmaya katılanların %3.5'i (f=16) ilköğretim mezunu, %45.7'si (f=207) lise mezunu, %36.6'sı (f=166) üniversite öğrencisi, %14.1'i (f=64) üniversite mezunudur. Araştırmaya katılanların gelir durumları incelendiğinde %4.2'si (f=19) çok kötü, %12.6'sı (f=57) kötü, %58.9'u (f=267) orta, %22.5'i (f=102) iyi ve %1.8'i (f=8) çok

iyi olduğunu belirtmiştir. Araştırmaya katılanların %16.3'ü (f=74) kronik rahatsızlığının olduğunu, %83.7'si (f=397) kronik rahatsızlığı olmadığını ifade etmiştir. Araştırmaya katılanların %56.5'i (f=256) çocuk sahibi olmadığını, %36.6'sı (f=166) 1-2 çocuğu olduğunu, %5.5'i (f=25) 3-4 çocuğu olduğunu, %1.3'ü (f=6) 4 ve 4 ten fazla çocuğu olduğunu belirtmiştir.

Çalışmanın amacına uygun olarak planlı davranış teorisi genişletilerek önerilen modelde kullanılmıştır. Planlı davranış teorisinin temel faktörlerinden olan tutum ve niyet faktörlerine ek olarak daha önceki çalışmalarda tutumu etkilediği sonucuna varılan gıda yenilikçiliği, sosyal medya etkisi ve influencer etkisi değişkenleri modele eklenmiştir. Çalışmada gıda yenilikçiliği, sosyal medya etkisi ve influencer etkisinin tutuma ve tutumun da niyete olan etkisi araştırılmak istenmiştir. Çalışmada literatüre dayalı olarak tasarlanan modeldeki ilişkiler için ortaya konan hipotezler aşağıda verilmiştir;

**H1:** Gıda yenilikçiliğinin, organik gıda ürün satın alma tutumu üzerinde anlamlı ve pozitif etkisi vardır.

**H2:** Sosyal medya etkisinin, organik gıda ürün satın alma tutumu üzerinde anlamlı ve pozitif etkisi vardır.

**H3:** İnfluencer etkisinin, organik gıda ürün satın alma tutumu üzerinde anlamlı ve pozitif etkisi vardır.

**H4:** Organik gıda satın alma tutumu, organik gıda satın alma niyetini anlamlı ve pozitif olarak etkiler.

#### 4. Bulgular

Model uyumunun araştırılması ve hipotezlerin sınanmasında PLS-SEM kullanılmıştır. PLS-SEM'de analizler ölçüm modeli ve yapısal model olarak iki aşamada değerlendirilir; Öncelikle ölçüm modelinin yakınsak geçerliliği ve ayırt edici geçerliliği kontrol edilmiştir.

##### 4.1. Ölçüm Modeli

Tablo 1'deki sonuçlar, ölçüm modelinin yakınsak geçerliliğe sahip olduğunu göstermektedir.

**Tablo 1.** Ölçüm modelinin yakınsaklık ve ayırt edici geçerliliği

	<b>Cronbach's Alpha</b>	<b>Composite Reliability</b>	<b>Average Variance Extracted (AVE)</b>
<b>GY</b>	0,907	0,941	0,843
<b>INF</b>	0,958	0,970	0,889

<b>NIY</b>	0,920	0,944	0,808
<b>SM</b>	0,923	0,951	0,867
<b>TUT</b>	0,851	0,901	0,695

Tablo 1 incelendiğinde yapı güvenirliliğinin (CR)>0,70 ve Cronbach's Alfa>0,70 ve AVE>0,50 olduğu görülmektedir. Ayırt edici geçerliliğin araştırılması AVE değerinin karekök değerleri ölçüm modeli için diğer yapılar arasındaki korelasyon katsayıları ile karşılaştırılmasıyla yapılır. Korelasyon katsayıları AVE değerinin karekökünden daha küçükse ayırt edici geçerlilik sağlanmış olur (Fornell and Larcker, 1981). Tablo 2'den anlaşılacağı gibi sonuçlar modelin ayırt edici geçerliliğinin sağlandığını göstermektedir.

**Tablo 2.** Ayrışma Geçerliliği- Fornell-Larcker Kriteri

	<b>GY</b>	<b>INF</b>	<b>NIY</b>	<b>SM</b>	<b>TUT</b>
<b>GY</b>	0,918				
<b>INF</b>	0,266	0,943			
<b>NIY</b>	0,264	0,272	0,899		
<b>SM</b>	0,278	0,670	0,214	0,931	
<b>TUT</b>	0,291	0,174	0,721	0,236	0,834

Yapısal Modele ilişkin uyum değerleri Tablo 3'te verilmiştir. SRMR=0,062<0,10 ve NFI =0,875>0,70 'dir. Bu değerlerden modelin kabul edilebilir uyuma sahip olduğu söylenebilir.

**Tablo 3.** Model Uyum Değerleri

	<b>Estimated Model</b>
<b>SRMR</b>	0,062
<b>d_ ULS</b>	0,648
<b>d_ G</b>	0,364
<b>Chi-Square</b>	339,113
<b>NFI</b>	0,875

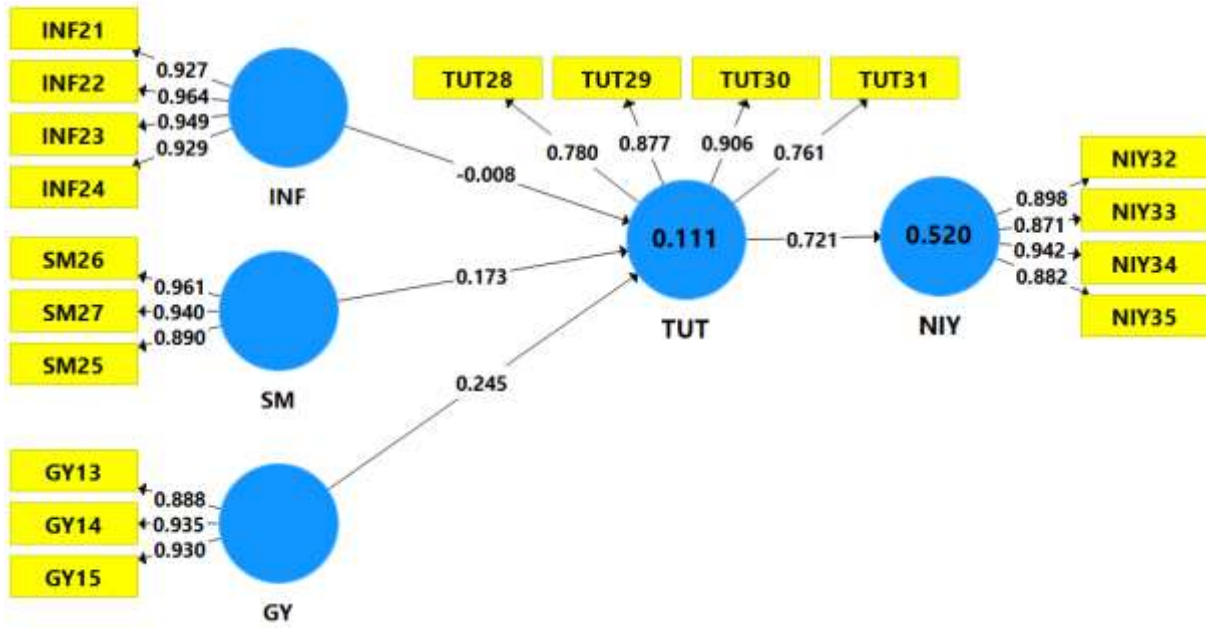
#### 4.1 Hipotez Testi

Önerilen modelin uyumunun ve varsayımların testinde kısmi en küçük kareler yöntemi PLS kullanılmıştır. Modelde doğrudan etkiler için öne sürülen hipotezlerden bir tanesi desteklenmemiştir. Doğrudan etkiler için hipotez testinin sonuçları Tablo 4'te ve path modeli ise şekil 1 de verilmiştir.

**Tablo 4.** Hipotez Testi Sonuçları

Hipotez	İlişki katsayısı	P-değerleri	Karar
GY -> TUT	0,245	<b>0,001***</b>	<b>Desteklendi</b>
INF -> TUT	-0,008	<b>0,466 (AD)</b>	<b>Desteklenmedi</b>
SM -> TUT	0,173	<b>0,026**</b>	<b>Desteklendi</b>
TUT -> NIY	0,721	<b>0,001***</b>	<b>Desteklendi</b>

AD: Anlamli değil; \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05



**Şekil 1.** Yapısal Eşitlik Modeli (SmartPls çıktısı)

GY: Gıda yenilikçiliği; INF: Influencer Etkisi; NIY: Niyet; SM: Sosyal medya etkisi; TUT: Tutum

## 5. Sonuç

Şekil 1 ve tablo 4 incelendiğinde en büyük etkilerin sırasıyla GY→TUT, TUT→NIY, dir. Pozitif olarak tahmin edilen parametreler yorumlanacak olursa; Şekil 1'e göre; Gıda Yenilikçiliğindeki (GY) bir birim artış organik gıda satın alma tutumunda (TUT) 0.245 birimlik artışa neden olacağı belirlenmiştir. Sosyal medya etkisinde (SM) bir birimlik artışın tutumda (TUT) 0.245 birimlik artışa neden olacağı belirlenmiştir. Organik gıda satın alma tutumundaki (TUT) bir birimlik artış ise organik gıda satın alma niyetinde (NIY) 0.721 birimlik artışa neden olacaktır. Çalışmada influencer etkisi (INF) ile organik gıda satın alma tutumu (TUT) arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sonuç olarak geliştirilen modelin PLS-SEM uyum ölçütlerine göre uygun olduğu ve organik gıda satın alma tutum ve niyetin betimlenmesinde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır.

## Kaynakça

- Al-Swidi, A., Huque, S., Hafeez, M., & Shariff, M. (2014). The role of subjective norms in theory of planned behavior in the context of organic food consumption. *British Food Journal*, 1561-1580. doi:<https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2013-0105>
- Apaolaza, V., Hartmann, P., D'Souza, C., & López, C. (2018). Eat organic – Feel good? The relationship between organic food consumption, health concern and subjective wellbeing. *Food Quality and Preference*, 51-62.
- Fannani, S., Najib, M., & Sarma, M. (2020). THE EFFECT OF SOCIAL MEDIA TOWARD ORGANIC FOOD LITERACY AND PURCHASE INTENTION WITH AISAS MODEL. *Jurnal Manajemen & Agribisnis*. doi:<https://doi.org/10.17358/jma.17.3.285>
- Fornell, C., Larcker, D.F., 1981. Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics. *Journal of Marketing Research*, 18(3), 382–388.<https://doi.org/10.1177/002224378101800313>
- Govaerts, F., & Olsen, S. O. (2022). Exploration of seaweed consumption in Norway using the norm activation . *Food Quality and Preference*.
- Hai, P., & Khoa, B. T. (2021). Organic foods online shopping intention: The moderator role of Social Distancing policy. *International Conference on Data Analytics for Business and Industry*, 609-614. doi:10.1109/ICDABI53623.2021.9655779
- Hong, H. (2009). Scale Development for Measuring Health Consciousness:. *Matters to the Practice*.
- Kvatchadze, S., & Akıncı, S. (2018). Sağlık Bilinci, Çevre Bilinci ve Organik Gıda Bilgisinin Satın Alma Niyetine Organik Gıdalara Yönelik Tutum Aracılığıyla Etkisi. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 158-183. doi:<https://doi.org/10.25294/aiiibfd.420809>
- Lee, E., Rehman, S., Washington, P., Hameed, R., & Alzahrani, L. (2021). EXAMINING THE ROLE OF UNCERTAINTY AS A MODERATOR ON CONSUMERS' PURCHASE INTENTIONS

TOWARD ORGANIC FOOD IN ONLINE ENVIRONMENT: A COMPARATIVE STUDY . *Journal of Tianjin University Science and Technology*. doi:10.17605/OSF.IO/J2Y3F

Lee, J., Hsu, L.-T., Han, H., & Yunhi , K. (2010). Understanding how consumers view green hotels: how a hotel's green image can influence behavioural intentions. *Journal of sustainable tourism*, 901-914. doi:<https://doi.org/10.1080/09669581003777747>

Perrini, F., Castaldo, S., Misani, N., & Tencati, A. (2010). The Impact of Corporate Social Responsibility Associations on Trust in Organic Products Marketed by Mainstream Retailers:a Study of Italian Consumers. *Business Strategy and the Environment*, 512-526.

Roberts, J., & Bacon, D. (1997). Exploring the Subtle Relationships between Environmental Concern and Ecologically Conscious Consumer Behavior. *Journal of Business Research*, 79-89. doi:[https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(96\)00280-9](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(96)00280-9)

Tarkiainen, A., & Sundqvist, S. (2005). Subjective norms, attitudes and intentions of Finnish consumers in buying organic food. *British Food Journal*, 808-822. doi:<https://doi.org/10.1108/00070700510629760>

Wang , J., Pham , T., & Dang , V. (2020). Environmental Consciousness and Organic Food Purchase Intention: A Moderated Mediation Model of Perceived Food Quality and Price Sensitivity. *Int. J. Environ. Res. Public Health*.

## CHATGPT IN COMPUTER SOFTWARE EDUCATION

Sedat GOLGIYAZ

Bingol University, Department of Computer Engineering, 0000-0003-0305-9713

### Abstract

ChatGPT is a large language model with a high learning rate developed by OpenAI. It is designed to naturally communicate with people in their own language. In this study, the possible contributions of ChatGPT to computer software education were evaluated. Today, it is actively discussed that Artificial Intelligence will threaten some professions and that some basic areas such as law, education and company management should be transferred to fully autonomous software. The contribution of well-trained models such as ChatGPT in computer software education to the profession cannot be overlooked. These models can be used as auxiliary tools in business life, as well as in educational life as auxiliary tool(s) in the learning process. In addition, the re-evaluation of the current learning process and re-evaluation according to these good models is evaluated in the international education community. In particular, it is essential to reorganize the selection and evaluation processes of student projects/assignments and research papers according to developing technologies. In current technological research projects; Studies on semi-autonomous computer software or the development of auxiliary tools that software developers can use continue. All these developments necessitate the reconsideration of educational processes according to the developing technologies in computer science.

**Keywords:** ChatGPT, Software Education, NLP, LLMs, Software Developing

### 1. Introduction

ChatGPT (Generative pre-trained Transformer) is an open source Natural Language Processing (NLP) based AI (Artificial Intelligence) model introduced by the US based company OpenAI in late 2022 [1]. Although there are other projects (eg DALL-E ) developed by OpenAI, ChatGPT is a widely used project created by the supervised and reinforcement learning methods of machine learning with a large database. The basis of this model is the GPT 3.5 version. Both ChatGPT and GPT-3 are large language models (LLMs) developed by OpenAI. Although ChatGPT and GPT-3 can generate human-like text responses to queries sent to them, they are not the same in complexity. The main difference between ChatGPT and GPT-3 is their size and capacity. GPT-3 is a larger model with a capacity of 175 billion parameters trained with a 45 TB ( Tera Bytes) text file, while ChatGPT is a smaller model with approximately 117 million parameters [2]. This means that GPT-3 can process more information and produce more varied and complex responses than ChatGPT. ChatGPT is designed specifically for chatbot applications. GPT-3 is more general purpose and can be used in larger areas. While ChatGPT is a better tool for generating responses in a conversational context, GPT-3 may be better suited for tasks such as language translation or content creation. With ChatGPT, the questions sent to the model are answered, and the user can chat with any subject and level of expertise. This

model is still under development and improvements are made based on user feedback. In addition to user feedback, there is a high potential for more advanced, more customized versions of the model to be presented to the users' experience with improvements to be made over time by the developers of the model (Bing uses a higher version of GPT in the search engine). Even in its current form, various applications can be presented to the user's experience by using the API (Application Programming Interface) of this model [3], [4].

Successful results obtained in studies on deep learning in recent years increase the place and diversity of autonomous systems in our lives. Deep learning models such as ChatGPT have made significant progress in human-like NLP and understanding. ChatGPT can be used in many different fields, but it offers good potential especially for computer software education [4], [5]. It can be said that the applications with similar functions will provide the service of the user in order to get a share from the commercial profits of the companies that are rivals of each other in the commercial field [6], [7]. Google's software called Bard or Amazon's fast code debugging and analysis software Codewhisperer can be given as examples [8].

## **2. Applications of ChatGPT**

ChatGPT , it can be used to answer questions in various fields, create articles/texts, create recommendations in different sectors and fields [9], [10], do language translation in natural languages [12] and machine languages [11]. In addition, there are classical methods such as correcting code errors in programming languages, debugging program code, solving mathematical equations [13], creating keywords for a text or article, writing an academic article [14], accepting an article by editors, explaining the issue asked. It has different features than classical chatbots [11], [15].

### **2.1. Chatbots**

ChatGPT has the potential to be a powerful tool for building smart chatbots quickly and easily [16]. ChatGPT APIs can be used to answer questions that users ask in different natural languages. With the ChatGPT APIs, it is possible to simulate a real person's voice and program the chatbot to speak a real human. In this way, it can be used in the development of chatbots in various industries, such as customer service, technical support. The performance of the model on the same question in different natural languages may be different [17].

### **2.2. Voice Assistants**

ChatGPT APIs can be used on smartphones, smart speakers, and other voice assistant devices, just like classic NLP applications. This allows users to perform some tasks by speaking in natural language. As the performance of the model increases, it can be said that the product range in mobile devices with hybrid models will diversify and increase. It can be foreseen that the usage area of these new technologies will expand especially in many natural languages, not in certain languages [18].

### **2.3. Text Analysis**



ChatGPT APIs can be used to analyze and understand texts. It can be used for many operations such as sentiment analysis, word frequency analysis, keyword determination, automatic summarization of given text, and autonomous management of emails [10], [11]. These applications can be used in different areas both in the academic community and in the business world.

#### **2.4. Language Translation**

ChatGPT APIs can be used to automatically translate texts into different languages [11]. Although it can do the same thing as classical translation software, it differs from classical applications because it interacts with the user. Language translation can also be done between programming languages.

#### **2.5. Recommendation Systems**

ChatGPT APIs can be used for brainstorming in workplaces [19], [20]. This process can be in the form of new business ideas or predictions about the future of the sector in commercial companies. It can also be used for product recommendations, movie recommendations, and many more actions based on users' past behavior.

#### **2.6. Interactive Games**

The game industry has a huge commercial potential in the world. Especially online games are preferred by many users. When ChatGPT's ability to perform actions with logical analysis and the opportunity to chat in natural languages in a human-like manner are combined, it can be predicted that the potential for use in interactive games will be high.

#### **2.7. Story and Article Writing**

Different types of content can be produced using ChatGPT. It can be a children's tale or a scientific article that requires expertise. At this stage, copyright, ethics and plagiarism debates have been brought along [14], [17], [21]–[24]. In a study, they found that only 63% of the studies created with the language model were produced by the machine by the referees [24].

#### **2.8. Alternative to Search Engines**

ChatGPT has the potential to be an alternative solution to commonly used search engines as an online information access tool. A global language learning platform(firm) conducted a study comparing Google and ChatGPT [25]. The related study evaluated the answers of the relevant platforms for 12 different criteria by a group of communication experts in 17 fields and for 40 different queries. In this comparative study, it was stated that ChatGPT outperformed Google 16 to 23, one of which was a draw.

Another application area of ChatGPT is computer software education. Within the scope of this article, its use in this field will be examined in detail in the next section.

### **3. Computer Software Education**

Computer software education is an area where education is given at all grade and at all levels, from basic education to higher education. This learning process requires students to learn a number of programming languages and programming tools. This learning process can be boring, difficult to learn and time consuming for most students. Using artificial intelligence models such as ChatGPT can help students learn computer software topics more interestingly and interactively.

With ChatGPT, programming language features, language usage examples and explanations can be learned in a way that takes less time instead of searching for meaningful information in web pages that come by asking the classic search engine. For example, “How can I read from a text file in C++?” to the question; is able to give a short, clear and explanatory answer. Such questions can cause a waste of time when researched online with classical search engines. Thus, ChatGPT can be used to reach the information needed in different programming languages within seconds. It can also provide insight into the strengths and weaknesses of the scripting language, best practices for solving coding problems, and best practices for software development.

Users can learn how to use various software kits/libraries and APIs with ChatGPT. Also, code analysis can be done and the developer can be advised for best performance. The use of ChatGPT in software education can be basically grouped under the following headings.

### **3.1. Code Generation**

With ChatGPT, it can generate code quickly and with high accuracy in various software languages [3], [26], [27]. For this process, it is sufficient to transmit the description of the code to be generated to the model. Moreover, it becomes a standard for the written codes and the natural language explanation lines are added to the code lines. By giving ChatGPT a specified code template and a set of instructions, it can generate new code(s) tailored to specific needs. This software offers developers the opportunity to speed up the development process and learn new coding techniques.

### **3.2. Code Completion**

ChatGPT can be used to suggest next lines of code based on the current situation. GitHub Copilot is an example [6]. Although some software development environments have code completion features, in addition to ChatGPT; By asking questions to the model, information can be obtained about details such as the purpose of the code, the desired result, and relevant implementation details. This interactive discussion can provide more effective code generation and more information about the written code [26].

### **3.3. Code Translation Between Programming Languages**

Code written in one programming language can be translated into another programming language using the ChatGPT. This process requires the user to decipher the standards, features and program flow of both programming languages. However, with ChatGPT, this process can be done automatically without the need for prior knowledge of the user. In this way, time and cost savings can be achieved.

### **3.4. Software Documentation**

Software documentation is critical in the software lifecycle. It can be used to create clear and concise documents for a program developed with language models. These documents, which describe how the developed program works and how to use it, can be created separately for software developers and users. In order for ChatGPT to generate documents from the program, it sometimes asks the user for additional information before giving a response [26]. This process, which can be carried out autonomously, can save labor and time.

### **3.5. Debugging Code**

ChatGPT can be an alternative to debugging the code for the relevant programming language found in many modern software development environments. As a result of this process, it can be used to eliminate syntax and lexical code errors by suggesting solutions to possible problems [26], [28], [29].

### **3.6. Performing Software Tests**

ChatGPT can also be used to create automated tests in computer software. It can be used to automatically generate tests or test cases that developers can use to verify the expected functionality of the software [26], [30]. In this way, it has the potential to increase the productivity of the tester in the testing process [30].

The use cases of the ChatGPT APIs outlined are just examples, and it should be noted that language processing technologies are evolving rapidly, so ChatGPT APIs are likely to be used for a large number of different applications [6], [18]. Language models such as ChatGPT in education provide benefits in the learning process. For the highest benefit, within the scope of education and training activities, students should be trained on how to use these technologies in the best way [4].

## **4. Weaknesses of ChatGPT**

LLMs are trained with a very large data source. The size and variety of this training data may pose a risk of disclosing confidential and personal information. Therefore, developer companies need to be careful what data they use to train these models and avoid including confidential information. Naturally, it is inevitable that there will be problem(s) in a model trained with different data sources. The weaknesses declared by the developer company of the ChatGPT model can be summarized as follows [28].

Sometimes ChatGPT can provide seemingly plausible answers that are incorrect or meaningless. This may cause users to be misinformed.

ChatGPT may produce different results against minor changes in the input expression or multiple attempts of the same request. For example, given a question sentence, the model may claim that it does not know the answer, but can answer correctly when restated with a slight correction.

Ideally, when the user asks an ambiguous query, the model should ask the user to ask an explanatory question. But ChatGPT usually takes a guess at what the user intends. Therefore, the question asked and the subject answered may not overlap.

The model is often overly self-explanatory and often uses phrases such as “I am an OpenAI trained language model”. Problems in the model arise from problems in the training data and well-known over- optimization problems [31], [32].

The model may sometimes respond to harmful requests or display biased behavior [33]. The developer company has declared that it has made improvements to warn or block some unsafe content types. It has been reported that the developer company collects user feedback to assist in the ongoing work on improving the system.

## **5. Discussions on Advanced Language Models in Higher Education**

In recent years, deep learning models such as ChatGPT have made significant progress in human-like NLP and understanding. ChatGPT can be used in many different areas, but it has good potential for computer software education in particular. Being able to write academic articles and producing solutions to various problems with a machine in a very short time with these LLMs, which are trained with a large database, brought some discussions [11], [23], [34], [35]. In some fields (for example, in software education), homework and projects given to students can be developed in a very short time with LLMs. Similarly, research papers can be produced with LLMs. This situation, together with ethical discussions, has made the criteria for measuring success in teaching debatable. [36]. In addition to these disadvantages, its contribution to software development and software learning processes, as stated above, is an undeniable fact.

### **5.1. Ethical Evaluation**

Although there are scientific articles [37] in which language models are accepted as authors, or scientific articles produced using ChatGPT [38], [39] there is no definite consensus on the content produced by language models [22], [23], [40]. Science publication has declared that it will not accept ChatGPT as the author of the article and declared that it will accept the content produced with language models as plagiarism [24]. The relevant organization has updated its publication policy that the text created by ChatGPT (or any other artificial intelligence tool) cannot be used in scientific studies and that figures, pictures or graphics cannot be the product of such tools. Violations of these policies would be considered scientific misconduct no different from plagiarism of existing studies . It excluded legitimate datasets produced by artificial intelligence from this change. It can be said that the discussions on this issue will continue for a while, both in the education community and in the academy.

### **5.2. Evaluation for International Students**

International students face some basic problems related to the language of instruction in their education life [41]–[43]. One of them is to learn a foreign language, which is the language of education, and to adapt to education in the learned language. A second problem is accessing educational material in their own language when needed [43]. Well-trained LLMs offer

alternative solutions to both of these problems. Because there are many languages in the world that do not have widespread use and where scientific material is produced less in those languages. Students who speak these languages commonly learn English and use English material for their scientific studies. Well-trained LLMs provide these students with access to educational material in their own language [22]. Thus, a smooth transition process can be provided for the problems in the first years of their education life.

### **5.3. Evaluation in Terms of Student Projects**

A recent debate has begun with well-trained LLMs on student projects in almost all fields of education [21], [37], [44]. Although the copyright and plagiarism debates that are discussed in academic life are also held here, another area of discussion has been the problem of how to measure academic success. Because many assignments/projects can be done with LLMs. It is a big problem according to which success criteria will be evaluated for these produced home works. Similar discussions apply to remote exams. Although there are educational institutions [23] that prohibit these models in high school and university education, it can be said that banning them completely is not a viable idea [45]. Because there are universities that plan to be included in education such as New York State and Furman universities [23], [46]. At this stage, two solutions come to the fore. The first is to give an assignment that the LLMs cannot solve while giving the assignment/project. Second, in the evaluation phase, it is determined whether the assignment/project was produced with the LLMs [47], [48]. These two solutions require that instructors take extra care in the selection and evaluation of projects/assignments.

## **6. Integrating Language Models into Education**

It can be said that well-trained LLMs have made a new revolution, such as the transition from education where classical written resources are used alone to education where the internet is widely used. There is no consensus on how this new technology should be handled by educators and in academia. Some states in America and some schools in Australia have restricted access to applications such as ChatGPT [23]. In some universities, it is planned to be included in first-year education [23]. In the coming years, it can be said that this issue will be discussed more widely in the academic community and more reliable data will be obtained with scientific studies. At this stage, it can be said that ignoring this technology would not be the right approach. Because it is not possible to ban or completely control this technology. It should be used as a good alternative to diversify and facilitate the learning process. In addition, students should be trained in their education life on how to best use these LLMs, which have a high potential to increase productivity in the business world, such as the software industry.

### **6.1. Inclusion in Education as an Auxiliary Tool**

ChatGPT can be used as a search engine in different fields as an auxiliary tool to access educational material and learn a new subject [49], [50]. For example, in computer software education, it can provide feedback so that a student can understand and correct coding errors. ChatGPT can be used to help students correctly solve a coding question. These models can adapt themselves to the level of education of the learner. For example, it can determine that the

student does not fully understand his/her question or that he/she is lacking in a certain subject in his/her answers, and can guide the student by making suggestions. Considering all the benefits, students can be trained on how to use LLMs without facing ethical problems.

Well-trained LLMs can be used as auxiliary tools not only for students but also for educators. For example, the analysis of the exams can be done by giving the student answers to the system. It can provide information to the instructor about what the students are missing or wrong about which subject. It can give recommendations for homework and exams to be given to the instructor. Instructors can lead students on how to use LLMs and verify language model answers. In this way, the learning process can become healthier, faster and more enjoyable.

While ChatGPT is a useful tool for improving coding skills, such as computer software education, it's worth noting that it cannot replace hands-on practice and experience. ChatGPT should not be used as an alternative way to generate code, but as an additional auxiliary tool that shortens the learning process and increases productivity [27]. Because no matter how well-trained, the information obtained is of no importance when one does not have the information to evaluate whether the answer is correct or whether it can be used.

## 6.2. Evaluation in Terms of Project/Assignments

Some software is developed to decide whether a produced content is produced by machine or human. However, there is no definite scientific data about how successful this software will be. At this stage, it would be a better option for instructors to accept the reality of the LLMs and act accordingly. It is important for the instructors to consider what can be done with the LLMs in the selection of the assignment/project to be given and to choose a topic accordingly. Similarly, academic achievement evaluation criteria need to accept the reality of the LLMs and be re-evaluated. This evaluation may be in the form of the criteria that will determine the student's contribution and research ability. The process can be managed by choosing homework that the LLMs cannot solve, taking face-to-face exams, or evaluating homework by establishing a one-on-one dialogue with the student.

With the technological development, software that will definitely understand whether the content is created by a LLMs or by humans during the evaluation phase can be included in plagiarism programs and given to the use of instructors. In cases where this is not possible, it is essential for instructors to act accordingly, taking into account the capabilities of the subject and the LLMs to be selected for a healthy assessment.

## 7. Discussion and Conclusion

The software development process with ChatGPT is undoubtedly more efficient and more convenient than writing everything manually from scratch. This technology can be used to learn new programming languages or programming language functions. This autonomous process is a good alternative for those who are new to programming education and need help with coding. It can save time and money by eliminating the need for an experienced programmer to assist inexperienced people in the training process. In this way, it can be used as an auxiliary tool to save time without having to search for answers. This auxiliary tool can help focus the software development process on writing code correctly and whether it works as intended.

LLMs such as ChatGPT can make students' learning processes more interesting and interactive in computer software education. It is a very good alternative especially for international students to access information in their own language. The NLP features of these models can help students learn more about programming languages and tools in different natural languages.

It is essential to include these models, which have the potential to maximize the productivity of software developers, in training processes in some areas such as software education. Students should be trained to use these productivity-enhancing models in the best way possible. Since the widespread use of these models in education will change the learning and evaluation processes in some fields, such as software education, compared to classical education, it can be said that the universal acceptance and widespread use of these models will take time. Banning and ignoring it would not be a rational behavior. It should be used as an auxiliary tool for both instructors and students. However, the use of these models should be carried out under the guidance of instructors who manage students' learning processes.

## References

- [1] "OpenAI. (2023). ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue. OpenAI.com." <https://chat.openai.com/chat> (accessed Feb. 21, 2023).
- [2] M. Adnan, "ChatGPT vs GPT-3." <https://www.linkedin.com/pulse/chatgpt-vs-gpt-3-muhammad-adnan/> (accessed Feb. 24, 2023).
- [3] "ChatGPT tutorial: How to create a website with ChatGPT." <https://lablab.ai/t/chatgpt-tutorial-how-to-create-a-website-with-chatgpt> (accessed Feb. 22, 2023).
- [4] "How to Use ChatGPT API to Create an AI-Powered Web Application That Assists Software Engineers' Productivity? - The Workfall Blog." <https://www.workfall.com/learning/blog/how-to-use-chatgpt-api-to-create-an-ai-powered-web-application-that-assists-software-engineers-productivity/> (accessed Mar. 02, 2023).
- [5] "ChatGPT tutorial: How to easily improve your coding skills with ChatGPT." <https://lablab.ai/t/chatgpt-tutorial-how-to-easily-improve-your-coding-skills-with-chatgpt> (accessed Feb. 22, 2023).
- [6] "20 ChatGPT Alternatives for Your Business (and one hidden gem)." <https://blog.invgate.com/chatgpt-alternatives> (accessed Mar. 02, 2023).
- [7] R. Mattfeld, "How ChatGPT is changing the way we use artificial intelligence." <https://www.elon.edu/u/news/2023/02/13/how-chatgpt-is-changing-the-way-we-use-artificial-intelligence/> (accessed Mar. 02, 2023).
- [8] "Google AI updates: Bard and new AI features in Search." <https://blog.google/technology/ai/bard-google-ai-search-updates/> (accessed Feb. 24, 2023).
- [9] S. B. Patel and K. Lam, "ChatGPT: the future of discharge summaries?," *Lancet Digit. Heal.*, vol. 5, no. 3, pp. e107–e108, Mar. 2023, doi: 10.1016/S2589-7500(23)00021-3.
- [10] S. Biswas, "ChatGPT and the Future of Medical Writing.," *Radiology*, p. 223312, Feb. 2023, doi: 10.1148/RADIOL.223312/ASSET/IMAGES/LARGE/RADIOL.223312.TBL1.JPEG.
- [11] Y. Bang *et al.*, "A Multitask, Multilingual, Multimodal Evaluation of ChatGPT on Reasoning, Hallucination, and Interactivity," Feb. 2023, doi: 10.48550/arxiv.2302.04023.

- [12] W. Jiao, W. Wang, J. Huang, X. Wang, and Z. Tu, "Is ChatGPT A Good Translator? A Preliminary Study," Jan. 2023, doi: 10.48550/arxiv.2301.08745.
- [13] S. Frieder *et al.*, "Mathematical Capabilities of ChatGPT," 2023.
- [14] M. R. King, "A Conversation on Artificial Intelligence, Chatbots, and Plagiarism in Higher Education," *Cell. Mol. Bioeng.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–2, Feb. 2023, doi: 10.1007/S12195-022-00754-8/FIGURES/1.
- [15] E. A. M. van Dis, J. Bollen, W. Zuidema, R. van Rooij, and C. L. Bockting, "ChatGPT: five priorities for research," *Nat.* 2023 6147947, vol. 614, no. 7947, pp. 224–226, Feb. 2023, doi: 10.1038/d41586-023-00288-7.
- [16] "OpenAI announces an API for ChatGPT and its Whisper speech-to-text tech - The Verge." <https://www.theverge.com/2023/3/1/23620783/chatgpt-api-openai-pricing-whisper> (accessed Mar. 02, 2023).
- [17] T. Y. Zhuo, Y. Huang, C. Chen, and Z. Xing, "Exploring AI Ethics of ChatGPT: A Diagnostic Analysis," 2023, Accessed: Feb. 21, 2023. [Online]. Available: <https://bilimveutopya.com.tr/chatgpt-firsat-mi-tehdit-mi>.
- [18] J. Bersin, "Understanding Chat-GPT, And Why It's Even Bigger Than You Think." <https://joshbersin.com/2023/01/understanding-chat-gpt-and-why-its-even-bigger-than-you-think/> (accessed Mar. 02, 2023).
- [19] M. R. King, "The Future of AI in Medicine: A Perspective from a Chatbot," *Ann. Biomed. Eng.*, vol. 51, no. 2, pp. 291–295, Feb. 2023, doi: 10.1007/s10439-022-03121-w.
- [20] "ChatGPT tutorial: How to use ChatGPT to create your marketing strategy." <https://lablab.ai/t/chatgpt-tutorial-how-to-use-chatgpt-to-create-your-marketing-strategy> (accessed Feb. 24, 2023).
- [21] "Fake Scientific Abstracts Written By ChatGPT Fooled Scientists, Study Finds." <https://www.forbes.com/sites/brianbushard/2023/01/10/fake-scientific-abstracts-written-by-chatgpt-fooled-scientists-study-finds/?sh=3ba982fc18b6> (accessed Feb. 24, 2023).
- [22] C. Stokel-Walker, "ChatGPT listed as author on research papers: many scientists disapprove," *Nature*, vol. 613, no. 7945, pp. 620–621, Jan. 2023, doi: 10.1038/d41586-023-00107-z.
- [23] "Here Are the Schools and Colleges That Have Banned ChatGPT." <https://www.businessinsider.com/chatgpt-schools-colleges-ban-plagiarism-misinformation-education-2023-1> (accessed Mar. 02, 2023).
- [24] H. H. Thorp, "ChatGPT is fun, but not an author," *Science (80-. )*, vol. 379, no. 6630, pp. 313–313, Jan. 2023, doi: 10.1126/science.adg7879.
- [25] "ChatGPT and Google Compared." <https://preply.com/en/blog/google-versus-chatgpt/> (accessed Feb. 24, 2023).
- [26] "Take ChatGPT for a Spin with VS Code Tools -- Visual Studio Magazine." <https://visualstudiomagazine.com/articles/2023/01/24/chatgpt-vs-code.aspx> (accessed Feb. 26, 2023).
- [27] "ChatGPT writes code, but won't replace developers | TechTarget." <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/news/252528379/ChatGPT-writes-code-but-wont-replace-developers> (accessed Mar. 02, 2023).
- [28] "ChatGPT: Optimizing Language Models for Dialogue."



- <https://openai.com/blog/chatgpt/> (accessed Feb. 22, 2023).
- [29] D. Sobania, M. Briesch, C. Hanna, and J. Petke, “An Analysis of the Automatic Bug Fixing Performance of ChatGPT,” Jan. 2023, doi: 10.48550/arxiv.2301.08653.
- [30] S. Jalil, S. Rafi, T. D. LaToza, K. Moran, and W. Lam, “ChatGPT and Software Testing Education: Promises & Perils,” Feb. 2023, doi: 10.48550/arxiv.2302.03287.
- [31] L. Gao, J. Schulman, and J. Hilton, “Scaling Laws for Reward Model Overoptimization,” Oct. 2022, doi: 10.48550/arxiv.2210.10760.
- [32] N. Stiennon *et al.*, “Learning to summarize with human feedback,” *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, vol. 33, pp. 3008–3021, 2020.
- [33] “ChatGPT Poses Propaganda and Hacking Risks, Researchers Say - Bloomberg.” [https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-11/chatgpt-poses-propaganda-and-hacking-risks-researchers-say#xj4y7vzkg?leadSource=uverify wall](https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-11/chatgpt-poses-propaganda-and-hacking-risks-researchers-say#xj4y7vzkg?leadSource=uverify%20wall) (accessed Mar. 02, 2023).
- [34] D. O. Eke, “ChatGPT and the rise of generative AI: Threat to academic integrity?,” *J. Responsible Technol.*, vol. 13, p. 100060, Apr. 2023, doi: 10.1016/J.JRT.2023.100060.
- [35] A. Graf and R. E. Bernardi, “ChatGPT in Research: Balancing Ethics, Transparency and Advancement,” *Neuroscience*, Feb. 2023, doi: 10.1016/J.NEUROSCIENCE.2023.02.008.
- [36] T. Susnjak, “ChatGPT: The End of Online Exam Integrity?,” Dec. 2022, doi: 10.48550/arxiv.2212.09292.
- [37] S. O’Connor and ChatGPT, “Open artificial intelligence platforms in nursing education: Tools for academic progress or abuse?,” *Nurse Educ. Pract.*, vol. 66, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.NEPR.2022.103537.
- [38] Ö. Aydın and E. Karaarslan, “OpenAI ChatGPT Generated Literature Review: Digital Twin in Healthcare,” *SSRN Electron. J.*, Dec. 2022, doi: 10.2139/SSRN.4308687.
- [39] M. Dowling and B. Lucey, “ChatGPT for (Finance) research: The Bananarama Conjecture,” *Financ. Res. Lett.*, p. 103662, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.FRL.2023.103662.
- [40] J. Rudolph, S. Tan, and S. Tan, “ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education?,” *J. Appl. Learn. Teach.*, vol. 6, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.37074/JALT.2023.6.1.9.
- [41] F. Topal and S. Tauscher, “Uluslararası Öğrencilerin Akademik Ve Sosyal Yaşamlarında Karşılaştıkları Sorunlar Üzerine İnceleme,” doi: 10.17550/akademikincelemeler.624380.
- [42] M. Leighton, “Mother tongue reading materials as a bridge to literacy,” *Econ. Educ. Rev.*, vol. 91, p. 102312, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.econedurev.2022.102312.
- [43] “Why mother language-based education is essential | UNESCO.” <https://www.unesco.org/en/articles/why-mother-language-based-education-essential> (accessed Mar. 01, 2023).
- [44] “ChatGPT Will End High-School English - The Atlantic.” <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2022/12/openai-chatgpt-writing-high-school-english-essay/672412/> (accessed Feb. 24, 2023).
- [45] “Students Can Quote ChatGPT in Essays: International Qualification Body.” <https://www.businessinsider.com/chatgpt-essays-students-international-baccalaureate-quote-ai-2023-2?inline-endstory-related-recommendations=> (accessed Mar. 02, 2023).
- [46] “Alarmed by A.I. Chatbots, Universities Start Revamping How They Teach - The New

York Times.” <https://www.nytimes.com/2023/01/16/technology/chatgpt-artificial-intelligence-universities.html> (accessed Mar. 02, 2023).

[47] “GPTZero.” <https://gptzero.me/> (accessed Mar. 02, 2023).

[48] “OpenAI releases tool to detect AI-written text.” <https://www.bleepingcomputer.com/news/technology/openai-releases-tool-to-detect-ai-written-text/> (accessed Mar. 02, 2023).

[49] T. H. Kung *et al.*, “Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models,” *PLoS Digit. Heal.*, vol. 2, no. 2, p. e0000198, Feb. 2023, doi: 10.1371/journal.pdig.0000198.

[50] J. H. Choi, K. E. Hickman, A. Monahan, and D. B. Schwarcz, “ChatGPT Goes to Law School,” *SSRN Electron. J.*, Jan. 2023, doi: 10.2139/SSRN.4335905.

## INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF SOME CRATAEGUS SPECIES OF ROSACEAE FAMILY ON THE HEART

**Assist. Prof. Dr. Emine SARMAN**

Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, emine.sarman@afsu.edu.tr

**ORCID ID:** 0000-0002-4671-9315

**Prof. Dr. Inanc OZGEN**

Firat University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, iozgen@firat.edu.tr

**ORCID:**0000-0003-1742-9324

### ABSTRACT

Myocardial infarction (MI) is one of the leading causes of death worldwide. Modern drugs are effective in preventing cardiovascular disorders, but their use is limited due to their side effects. It has been reported that the use of plants with high antioxidant content together with drugs will reduce the side effects of drugs. In this study, it was aimed to investigate the effects of some *Crataegus* species belonging to the Rosaceae family on the heart in the light of the literature. *Crataegus monogyna* is a species of Rosaceae with about 280 species native to northern temperate regions concentrated in eastern Asia, Europe, and eastern North America. The leaves and flowers of the *Crataegus monogyna* plant have been used in Chinese medicine for thousands of years to treat cardiovascular diseases, including cardiac arrhythmias. *Crataegus* spp. contains various flavonoids and oligomeric procyanidins that may have beneficial effects in the treatment of heart failure. Studies in animals and humans have reported that it may have a beneficial effect in cardiovascular diseases. In a study, the anti-inflammatory and antiapoptotic effects of *Crataegus oxyacantha* on isoproterenol-induced myocardial damage were investigated. It has been reported that the administration of isoproterenol, a  $\beta$ -adrenergic agonist, causes oxidative stress in the myocardium and causes infarction-like necrosis in the heart muscle, while *Crataegus oxyacantha* has a protective effect on the heart tissue. In the study evaluating the effect of *Crataegus* spp flower and leaf extract on cardiac hemostasis and oxidative parameters in male rats; It was stated that liver factor-X levels decreased significantly in the treatment group, and no significant change was observed in soluble platelet endothelial cell adhesion molecule-1. In another study, it was shown that the hydroalcoholic extract of *Crataegus azarolus* subspecies aronia fruit has antihypertensive effects, which may be due to its antioxidant and nitric oxide releasing effects. Numerous studies on *Crataegus* reveal that theoretically negative interactions related to plant/drug interactions do not occur in practice. In a limited number of studies, it has been stated that long-term use may cause adverse conditions in the prognosis of heart failure. Although more research is needed in specific areas, research

to date indicates that *Crataegus* may represent a potentially effective, non-toxic agent. We think that *Crataegus* species have antioxidant, anti-inflammatory, anti-apoptotic, antihypertensive effects, but care should be taken when using them together with other anticoagulation and/or antiplatelet drugs.

**Keywords:** *Crataegus*, Heart, Rosaceae, Antioxidant, Anticoagulation

## INTRODUCTION

Myocardial infarction (MI) is one of the leading causes of death worldwide (Organisation, 2006). Although modern drugs are effective in preventing cardiovascular disorders, their use is limited due to their side effects (Rajadurai & Prince, 2005).

Studies carried out in recent years have shown that the use of plants with high antioxidant content together with drugs will eliminate the side effects of drugs. *Crataegus monogyna* is a genus of Rosaceae (rose family) with approximately 280 species native to northern temperate regions concentrated in eastern Asia, Europe, and eastern North America. The leaves and flowers of the *Crataegus* plant have been used in Chinese medicine for thousands of years to treat cardiovascular illnesses, including cardiac arrhythmias. It was first used in Europe in the late 1800s for the treatment of various cardiovascular disorders (Rigelsky & Sweet, 2002). *Crataegus* contains various flavonoids and oligomeric procyanidins that may have beneficial effects in the treatment of heart failure. Studies in animals and humans have reported a beneficial effect in the treatment of heart failure (Hwang et al., 2008). In the literature, many effects of *Crataegus* species such as antioxidant, antiarrhythmic, anti-inflammatory, anticardiac remodeling effect, antiplatelet aggregation, vasodilator, endothelial protective effect (Wang et al., 2013).

In this study, it was aimed to investigate the effects of some *Crataegus* species belonging to the Rosaceae family on the heart.

## EFFECTS OF CRATAEGUS SPECIES ON THE HEART

The use of *Crataegus* species for the cure of cardiovascular disease dates back to the late 1800s. Currently, clinical and empirical studies on *Crataegus* species have suggested that it may be an adjunct option in the treatment of cardiovascular diseases. It has been demonstrated in studies that it can have many effects on the cardiovascular system. These effects are reported below (Wang et al., 2013).

- Antioxidant Effect
- Anti-Inflammatory Effect
- Anti-arrhythmic Effect
- Anti-cardiac Reshaping Effect

- Anti-platelet Aggregation Effect
- Vasodilatative Effect
- Endothelial Protective Effect
- Protective Effect Against Ischemia/Reperfusion Injury
- Reduction of Arterial Blood Pressure Effect

The most studied subjects in the literature are given below.

### 2.1 Antioxidant Effect

It aims to measure the antioxidant capacity of various *Crataegus* species grown in Turkey. The antioxidant activity/capacity of the flowers and leaves of 52 specimens belonging to 17 taxa belong to 14 *Crataegus* species growing naturally in Turkey were investigated. The leaves and flowers of the plants representing the same species collected from different locations were examined individually. The results showed that the samples differing with some minor morphological features exhibited quite different antioxidant capacities. Species collected from Bolu (surrounded by various forests and lakes) showed significantly high antioxidant activity regardless of breed differences between samples (Ozyurek et al., 2012).

In the study evaluating the effects of *Crataegus* flower and leaf extract (*Crataegus* Spp.) on cardiac hemostasis and oxidative parameters in Sprague Dawley rats; Male rats were randomly divided into four groups. While no treatment was applied to the control group, the experimental group was divided into three parts and the extract was applied at doses of 100, 200 and 500mg/kg. All doses were given orally once daily and therapy continued for three weeks. It resulted in a substantial reduction in the level of liver thiobarbituric acid reactive substances in the *Crataegus*-treated group compared to control in a dose-dependent manner. A significantly increase in cardiac antithrombin III was found in the *Crataegus*-treated group compared to the control group. On the other hand, *Crataegus* therapy significantly decreased liver factor-X levels, while no significant changes were observed in soluble platelet endothelial cell adhesion molecule-1. As a result, *Crataegus* extract has been demonstrated to have antioxidant effects and blood thinning properties. Therefore, it has been stated that caution should be exercised when using this plant extract with other anticoagulation and/or antiplatelet drugs or when using it with postoperative medications (Rababa'h et al., 2020).

### 2.2. Anti-Inflammatory And Anti-Apoptotic Effects

In a study, the anti-inflammatory and anti-apoptotic effects of *Crataegus oxyacantha* on isoproterenol-induced myocardial injury were investigated. It has been reported that the application of isoproterenol, a  $\beta$ -adrenergic agonist, causes oxidative stress in the myocardium and causes infarction-like necrosis in the heart muscle, and *Crataegus oxacantha*, which belongs to the Rosaceae family, has a protective effect on the heart tissue (Vijayan, N.A., Thiruchenduran & Devaraj, 2012). Haydari et al. (2017) showed that the hydroalcoholic extract of the aronia fruit of the subspecies *Crataegus azarolus* has antihypertensive, anti-inflammatory

effects, which may be due in part to its antioxidant and nitric oxide-releasing effects (Haydari et al., 2017).

### **2.3. Anti-Arrhythmic Effect**

The anti-arrhythmic effect of *Crataegus* fruit extract on Digoxin-induced arrhythmias in Wistar rats was evaluated. 40 mg of Digoxin was infused to induce arrhythmia. The treatment group received 100 mg of *Crataegus* extract. Electrocardiographic measurements and atrial blood pressure change were analyzed. At the end of the experiment, it was suggested that *Crataegus* has an anti-arrhythmic effect, but it should be used clinically considering its hypotensive effect (Alp et al., 2016).

### **2.4. Anti-Cardiac Reshaping Effect**

Studies in animals and humans reported that it has a beneficial effect in the treatment of heart failure. However, it is unknown whether *Crataegus* herb influences cardiac remodeling and fibrosis in the pressure overload model of cardiac hypertrophy. For this purpose, the effects of *Crataegus* on cardiac remodeling and left ventricular dysfunction in rats after one month of overpressure-induced cardiac hypertrophy were investigated. Sprague-Dawley rats (male, 300 g) were treated with *Crataegus* (Extract- 130 mg kg<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) for 4 weeks. *Crataegus* treatment has been reported to alter left ventricular remodeling and protect against myocardial dysfunction in excessive pressure-induced cardiac hypertrophy (Hwang et al., 2008).

### **2.5. Anti-platelet Aggregation Effect**

In a study evaluating the cytotoxicity and genotoxicity of aqueous and hydroalcoholic extracts of *Crataegus oxyacantha* via micronucleus testing in a mouse model, doses of 2000, 1000 and 500 mg/kg of both extracts were administered orally to mice of strain for 5 days. Peripheral blood smear is made at 0, 24, 48, 72, 96 hours after each application, and the number of polychromatic erythrocytes (PCE), Micronuclear polychromatic erythrocytes (MNPCE), micronuclear erythrocytes (MNE) is determined at different sampling times. It has been shown that the number of micronuclear erythrocytes increased at a dose of 2000 mg of *Crataegus oxyacantha*, but the leaf extract at the same dose reduced the number of polychromatic erythrocytes (Aguilera-Rodríguez et al., 2021).

### **2.6. Endothelial Protective Effect**

Atherosclerosis causes serious cardiovascular diseases. Its early manifestations are disturbances in lipid metabolism, inflammatory responses and endothelial dysfunction. One study evaluated the effect of *Crataegus pinnatifida* in rats with simvastatin-induced experimental atherosclerosis. Normal, model, model+ simvastatin (10 mg/kg), model+ low-dose AECP (L-AECP, 72 mg/kg) and model+high-dose AECP (H-AECP, 288 mg/kg) are formed and the parameters are examined. . The rats in the normal group were fed a normal diet for 12 weeks, while the rats in the other groups were fed a high-fat diet. At the end of the experimental period,

blood samples were taken from the abdominal aorta and examined. It was observed that there was no histopathological change in the normal group, but the vessel wall was thicker in the model group, and the intima and media layers were damaged. Atherosclerotic plaques containing inflammatory cells, cholesterol crystals and tissue calcification are seen in the experimental group. A significant reduction was observed in the treatment group (Zhang et al., 2013).

## 2.7. Effect on Heart Failure

One study investigated whether long-term treatment with *Crataegus* extract WS 1442 was effective as an add-on to pre-existing diuretic therapy in patients with heart failure in the more advanced stage of disease. Data from the study demonstrated that WS 1442 was well tolerated and safe, with a dose-dependent effect on the exercise capacity of patients with heart failure and the typical clinical signs and symptoms associated with heart failure (Tauchert, 2002).

## 2.8. Other Impacts

Numerous studies on *Crataegus*, investigating the data available to date on plant/drug interactions, reveal that theoretically, negative interactions do not occur in practice. In a limited number of studies, it has been stated that long-term use may cause adverse conditions in the prognosis of heart failure. While more research is needed in specific areas, research to date indicates that *Crataegus* could potentially represent a safe, effective, non-toxic agent for the treatment of cardiovascular system disorder (CVD) and ischemic heart disease (IHD) (Tassell et al., 2010).

Various drugs have effects on multiple organ systems. Doxorubicin (DOX) has toxicity on cardiovascular system. In addition, toxicity on the male and female genital tract has been reported. In the study evaluating the cytoprotective effect of *Crataegus monogyna* extract on reproductive toxicity during DOX treatment; Male Wistar rats were divided into four groups. Rats were treated with DOX at a dose of 4 mg/kg intraperitoneally on days 1, 7, 14, 21, and 28. *Crataegus monogyna* was given orally to one group at a dose of 20 mg/kg per day for 28 days. The DOX-treated group showed significant reductions in body and organ weights and spermatogenic activities, in addition to many histological changes. DOX caused a significant reduction in sperm count and motility. In addition, significant reductions in serum levels of DOX testosterone were observed. It was concluded that DOX can negatively damage testicular tissue by exerting oxidative stress, while co-administration of *Crataegus* and DOX can effectively prevent DOX-related oxidative damage in testicular tissue through restoration of the antioxidant defense system (Shalizar Jalali & Hasanzadeh, 2013).

## CONCLUSIONS AND ASSESSMENT

It is important in terms of biological diversity to protect, improve and cultivate the varieties of *Crataegus* that remain as genetic resources in certain regions.

Most importantly, we think that the possibilities of determining the pharmacological properties of local *Crataegus* species, extracting phenolic compound compositions, and using them in agriculture and food sectors, especially in drug development, should be investigated. indicates the need for an approach.

Combined with the lack of herb-drug interactions detected in clinical trials to date, it will further support its inclusion in treatment strategies surrounding CVD, particularly in the early stages of disease progression.

We think that *Crataegus* species have antioxidant, anti-inflammatory, anti-apoptotic, antihypertensive effects, but caution should be exercised when using them together with other anticoagulation and/or antiplatelet drugs.

## KAYNAKLAR

Aguilera-Rodríguez, F., Zamora-Perez, A., Galván-Moreno, C., Gutiérrez-Hernández, R., CA, R. E., Esparza-Ibarra, E., & Lazalde-Ramos, B. (2021). Cytotoxic and Genotoxic Evaluation of the Aqueous and Hydroalcoholic Leaf and Bark Extracts of *Crataegus oxyacantha* in Murine Model. *Plants (Basel)*, *19*(10), 2217.

Alp, H., Soner, B., Baysal, T., & Şahin, A. (2016). Protective effects of Hawthorn (*Crataegus oxyacantha*) extract against digoxin-induced arrhythmias in rats. *Anatol J Cardiol*, *15*(12), 970–975.

Haydari, M. R., Panjeshahin, M. R., & Mashghoolozekr, E. (2017). Antihypertensive effects of hydroalcoholic extract of *Crataegus azarolus* subspecies *aronia* fruit in rats with renovascular hypertension: An experimental mechanistic study. *Iran. J. Med. Sci*, *42*, 266–274.

Hwang, H. S., Bleske, B. E., & Ghannam, M. M. J. (2008). Effects of Hawthorn on Cardiac Remodeling and Left Ventricular Dysfunction after 1 Month of Pressure Overload-induced Cardiac Hypertrophy in Rats. *Cardiovasc Drugs Ther*, *22*, 19–28.

Ozyurek, M., Bener, M., Guclu, K., Donmez, A., Suzgec-Selcuk, S., Pirildar, S., Mericli, A. H., & Apak, R. (2012). Evaluation Of Antioxidant Activity Of *Crataegus* Species Collected From Different Regions Of Turkey. *Rec. Nat. Prod*, *6*(3), 263–277.

Rababa'h, A. M., Al Yacoub, O. N., El-Elimat, T., Rabab'ah, M., Altarabsheh, S., Deo, S., Al-Azayzih, A., & Zayed, A., Alazzam, S., Alzoubi, K. H. (2020). The effect of hawthorn flower and leaf extract (*Crataegus* Spp.) on cardiac hemostasis and oxidative parameters in Sprague Dawley rats. *Heliyon*, *6*(8), e04617.

Rajadurai, M., & Prince, P. (2005). Comparative effects of *Aegle marmelos* extract and alpha-tocopherol on serum lipids, lipid peroxides and cardiac enzyme levels in rats with isoproterenol-induced myocardial infarction. *Singapore Med J*, *46*, 78–81.

Rigelsky, J., & Sweet, B. (2002). Hawthorn: pharmacology and therapeutic uses. *Am J Health Syst Pharm*, *59*(5), 417–422.

Shalizar Jalali, A., & Hasanzadeh, S. (2013). *Crataegus monogyna* fruit aqueous extract as a protective agent against doxorubicin-induced reproductive toxicity in male rats. *Avicenna J*,



3(2), 159–170.

Tassell, M., Kingston, R., Gilroy, D., Lehane, M., & Furey, A. (2010). Hawthorn (*Crataegus* spp.) in the treatment of cardiovascular disease. *Pharmacogn Rev*, 4(7), 32–41.

Tauchert, M. (2002). Efficacy and safety of crataegus extract WS 1442 in comparison with placebo in patients with chronic stable New York Heart Association class-III heart failure. *American Heart J*, 143(5), 910–915.

Vijayan, N.A., Thiruchenduran, M., & Devaraj, S. N. (2012). Anti-inflammatory and anti-apoptotic effects of *Crataegus oxyacantha* on isoproterenol-induced myocardial damage. *Mol Cell Biochem*, 367, 1–8.

Wang, J., Xiong, X., & Feng, B. (2013). Effect of crataegus usage in cardiovascular disease prevention: an evidence-based approach. *Evid Based Complement Alternat Med.*, 29, PMC3891531.

Zhang, J., Liang, R., Wang, L., Yan, R., Hou, R., Gao, S., & Yang, B. (2013). Effects of an aqueous extract of *Crataegus pinnatifida* Bge. var. *major* N.E.Br. fruit on experimental atherosclerosis in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 148(2), 563–569.

## **ELECTROCHEMICAL DETERMINATION OF HYDROGEN PEROXIDE WITH SILVER NANOPARTICLE DOPED BIOCOMPOSITE**

**Eylem Cagrican GOK, Ozgul KELES\***

*Istanbul Technical University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Maslak, Istanbul 34469, Turkey*

\* Corresponding author.

### Abstract

Since hydrogen peroxide is an unstable reactive oxygen species that affects metabolic activities and is produced by oxidative stress, it attracts attention in electrochemical sensing studies. As a result of the deterioration of antioxidant balance by hydrogen peroxide, many oxidative stress-based diseases have arisen in cells and tissues. In addition to the destructive effects of hydrogen peroxide, its ability to cause apoptosis of cancer cells has made the determination of this molecule interesting.

The study aims to increase the electrode surface area with a sensor system different from silver nanoparticle and P(AEMA) polymer and to improve the measurement sensitivity of the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> biosensor by ensuring that the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> molecule is attached to the electrode surface.

This study includes the determination of the hydrogen peroxide molecule, which destroys tissues by oxidative stress, with the developed biocomposite. By green synthesis, a new biocomposite is obtained from P(AEMA) polymer produced from star-flowered jasmine (*Trachelospermum jasminoides*) leaves with silver nanoparticle and cryogenic process, thus increasing the electrode surface area and ensuring that the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> molecule adheres to the electrode surface, thereby improving the measurement sensitivity of the H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> biosensor. The measurement range, measurement limit, and sensitivity of the biosensor were tested with electrochemical analysis methods such as cyclic voltammetry, differential pulse voltammetry, and current-time graphs. The produced silver nanoparticles were analyzed by inductively coupled plasma analysis in terms of concentration and size analysis was done with a zeta sizer.

In the ICP analysis of silver nanoparticles, 640, 627 mg/L silver was obtained. The results obtained from Zeta sizer show that a very equidimensional morphology was obtained with the silver nanoparticle size of 5.56 nm and 99.32 % of the structure obtained from the star-flowered jasmine plant. Cyclic voltammetry and differential pulse voltammetry experiments were performed with hydrogen peroxide concentrations gradually increasing from 10 picomolar to 100 picomolar. As a result of these experiments, 73 pM limit of detection and 223 pM limit of quantification values were obtained.

In this study, it has been shown that sensitive determination of the relevant molecule is possible with the help of an electrochemical biosensor that is easy to use and fabricate, because the hydrogen peroxide molecule with its highly reactive structure causes many oxidative stress-based diseases in tissues. The study of each parameter with different material combinations will prepare the ground for the appropriate sensor designs, and sensor applications with high detection limit will be added to the literature.



**Keywords:** Modified Electrochemical Sensor, Determination of Hydrogen Peroxide, Silver Nanoparticle

I would like to thank the Scientific Research Projects Commission of Istanbul Technical University as well as Istanbul Arel University, Bahçeşehir University and Çanakkale Onsekiz Mart University for their support in the project number 43783.

## RENEWABLE ENERGY APPLICATIONS OF THERMOELECTRIC GENERATORS

Assoc. Prof. ERDEM CUCE<sup>1</sup>, Assoc. Prof. PINAR MERT CUCE<sup>2</sup>, Res. Assis. TAMER GUCLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdogan University, Engineering and Architecture Faculty, Mechanical Engineering, - ORCID ID: 0000-0003-0150-4705

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdogan University, Engineering and Architecture Faculty, Architecture, - ORCID ID: 0000-0002-6522-7092

<sup>3</sup>Bayburt University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering, - ORCID ID: 0000-0002-5864-3864

### ABSTRACT

Thermoelectric devices have become an interesting technology, especially in recent years, with improvements in their efficiency. Thermoelectric devices are used to get cooling energy by utilizing electrical energy and to obtain electrical power by utilizing temperature differences. Thermoelectric devices operating in cooling mode are called thermoelectric coolers, and thermoelectric devices used in electrical energy generation mode are called thermoelectric generators. A temperature difference is created between the two surfaces of the thermoelectric device and if it is connected to a circuit, a voltage is obtained in the circuit. This phenomenon is named the Seebeck Effect. Especially the carbon emission caused by fossil fuel-based electricity generation and the rapid depletion of fossil resources also increase the interest in thermoelectric generators. In this respect, the use of thermoelectric generators, especially with renewable energy systems, is widely preferred because it provides a second efficiency with the recovery of waste heat. In this study, renewable energy sources applications of thermoelectric generators were investigated based on the literature. First, the working principle and modelling of thermoelectric generators are explained, and then renewable energy applications are investigated.

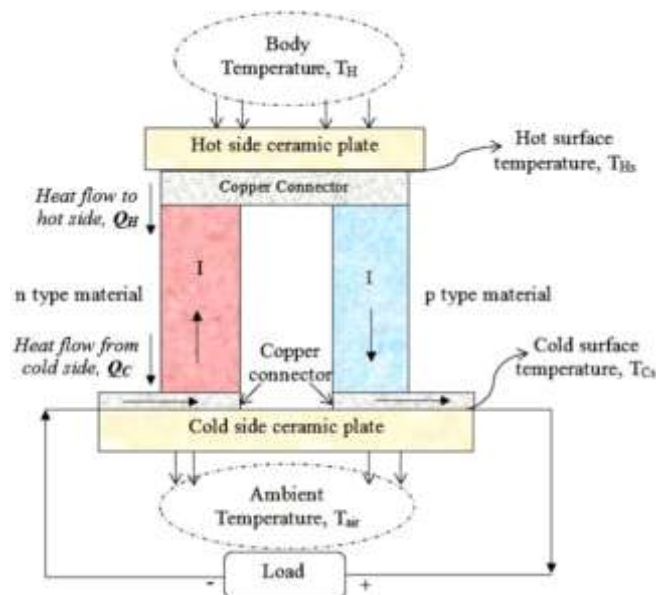
**Keywords:** Thermoelectric generator, renewable energy, waste heat, energy efficiency

### INTRODUCTION

Today, energy has become an important issue that affects people's social, economic and even cultural lives. With the rapid increase in the world population and the developments in industrialization, the increasing energy demands reach unmet proportions. In fact, according to data of the International Energy Agency, it is estimated that the amount of energy consumption in the world will increase by 44% by 2030. It is an undeniable fact that the energy supply will turn into a bigger problem with this increase (E. Cuce et al. 2020). On the other hand, fossil fuels are widely used as an energy source. In addition to the rapid depletion of fossil fuels, the

environmental disasters they cause also pose an important problem for the continuation of life (P. M. Cuce et al. 2021). In order to reduce the harmful effects on the environment and to use resources efficiently, it is essential to develop new methods in energy production that are both inexpensive and have no harmful effects on the environment. For this reason, countries around the world aim to increase the share of renewable energy sources like wind, solar and geothermal in energy production by changing their energy policies. Thus, tax policies are being developed that encourage the use of these resources (Mathiesen et al. 2015).

Electricity generation constitutes a large part of energy production with fossil fuels. For this reason, the use of renewable energy sources, especially in electrical energy production, is becoming more common day by day. In addition, it is very important to obtain secondary efficiency with applications such as waste heat recovery in order to prevent environmental problems by increasing efficiency even more. In this respect, thermoelectric generators (TEGs) come to the fore (Champier 2017). TEGs are devices that use the temperature difference to produce electrical energy (Guclu and Cuce 2019). It consists of P and N-type semiconductors placed between two ceramic plates as seen in Figure 1 (Siddique, Mahmud, and Heyst 2017). These semiconductors are electrically connected as series and thermally as parallel (E. Cuce, Guclu, and Cuce 2020). A temperature difference is formed between the ceramic plate surfaces and if the ends of the semiconductors are connected to a circuit, a voltage is obtained in the circuit. This phenomenon is called the Seebeck effect (Mert et al. 2022).



**Figure 1.** Schematic description of TEG (Siddique, Mahmud, and Heyst 2017)

## RENEWABLE ENERGY APPLICATIONS OF THERMOELECTRIC GENERATORS

The rapid depletion of resources like coal and natural gas, which are widely used to meet the electrical energy needs of the rapidly increasing population, and the harmful environmental effects caused by the use of these resources has led researchers to renewable energy sources such as solar, wind and geothermal (Afshar et al. 2012). Especially in recent years, thermoelectric energy generation has been widely used in electricity generation from waste heat

and has come to the forefront as a clean, efficient and environmentally friendly technology (Ahiska, Mamur, and Uliş 2011). Kossyvakis et al. (Kossyvakis et al. 2015) conducted a study to investigate the electricity generation performance of a solar TEG unit. In the study carried out using the ANSYS program, thermal and optical concentration ratios were examined. In order to evaluate the performance of TEGs with different powers, two different models consisting of 127 and 31 thermocouples were analyzed. According to the results obtained from the study, TEGs can be integrated especially in small-scale local power generation facilities. It is possible to obtain 33.7 W of electrical energy for the maximum concentration ratio. Zhu et al. (Zhu et al. 2016) examined the electricity generation performance of a hybrid photovoltaic-thermoelectric system. For this purpose, they produced an experimental setup and also numerically calculated the temperature distribution and heat flow. TEGs are placed behind the panel in order to minimize convective heat losses. According to the results obtained from the experimental study, the efficiency of the photovoltaic system, which was 19%, increased to 23% when the photovoltaic-thermoelectric hybrid system was used. This means about a 25% efficiency increase in the system. In addition, by using TEGs, the system contributed to the production of 648 J of electricity in the absence of sunlight. Amatya and Ram (Amatya and Ram 2010) experimentally investigated the electric efficiencies of solar TEGs for small-scale applications. By using a solar concentrator and a fresnel lens, TEG's hot side temperature was increased and an aluminum heatsink was used on the cold surface. The thermal-to-electric efficiency of the system was observed as 3%. Deng et al. (Deng et al. 2013) designed and produced a hybrid electricity generation system in which thin film solar cell, TEG and heat collector are used together, and examined their electricity generation performance. In the installed system, the thin film solar cell produces electricity directly with the energy it receives from the sun. In addition, the waste heat generated on the back surface of the solar cell and the heat from the heat collector are combined with the hot surface of the TEG, and the temperature difference between the surfaces of the TEG is created to generate electrical energy. According to the results obtained from the study, it is possible to reach approximately twice the electrical power obtained by using a thin film solar cell, thanks to the said hybrid system. Li et al. (Li et al. 2016) investigated the electricity generation efficiency by designing a system that combines TEG and a micro-channel heat pipe. In the system, solar absorbing coating is used on the evaporator and TEG has used at the bottom surface of the condenser. Tests were carried out for different radiant fluxes, wind speeds and ambient temperatures, and the experimental data were compared with the mathematical model created. The results obtained from the study showed that the hybrid system used provides higher electrical power than the case using TEG in series with the same selective absorbing coating area. In another study, Acar and Bas (Acar and Baş 2018) designed a hybrid energy system consisting of TEG and concentrating photovoltaic cells. In the designed system, liquid cooling was applied to control the cold surface temperature of TEG, and it was investigated whether space heating or domestic hot water could be obtained with the increase in the temperature of this cooling fluid. According to the results obtained from the study, a 30% increase in the refrigerant temperature was observed. In addition, it has been observed that 15% more voltage and 60% more current are produced compared to the standard use of concentrating photovoltaic cells. In another study, nanofluid was used as a refrigerant on the cold side of TEG in order to further increase the efficiency in concentrating PV-TEG hybrid

systems. In the case cooled with nanofluid, an increase in electricity generation performance of up to 50% was observed compared to the system without refrigerant (Lekbir et al. 2018). In another study, phase change material was integrated into the system in order to prevent the decrease in electricity generation efficiency caused by temperature fluctuations in PV cells in PV-TEG systems. As more stable temperature values are provided with the proposed system, the electricity generation performance of TEGs has increased (Cui, Xuan, and Li 2016). Bamroonghan et al. (Bamroongkhan, Lertsatitthanakorn, and Sophonronarit 2019) designed a solar parabolic dish PV - TEG hybrid system and investigated the effect of focal length on electricity generation performance on this system. The cold surface of the TEG and the back surface of the PV cells were cooled by forced convection. Thanks to the parabolic dish collector, the hot side temperature of the TEG has increased up to 210 °C and an increase of approximately 21% has been achieved in the total electricity generation capacity of the system. Assareh et al. (Assareh, Alirahmi, and Ahmadi 2021) designed a TEG system integrated with a geothermal source, parabolic trough collectors, a steam Rankine cycle and aimed to obtain clean water by establishing a reverse osmosis desalination unit with the energy obtained. In order to increase the amount of electricity produced in the system, TEGs were used instead of the condenser after the turbine. Exergy analyzes were performed for the system, and the situation using TEG and the situation using condenser were compared. The exergy efficiency of the system using TEG was observed to be 20% higher than when using a condenser. Thus, it is stated that the amount of purified water will increase due to the amount of electricity produced by the system.

## CONCLUSION

In this study, renewable energy applications of TEGs were examined based on the literature. TEGs are devices that operate according to the Seebeck effect and generate electrical energy by utilizing the temperature difference between their surfaces. The most important advantages are that they work without noise and vibration and do not contain any environmentally harmful fluids. In addition, since their efficiency is low, they are often preferred especially in applications where waste heat recovery or renewable energy sources such as direct solar and geothermal are used. In this respect, hybrid systems in which photovoltaic panels and TEGs are used together come to the fore. Apart from this, there are also usage areas such as car exhausts, turbine outlets, geothermal sources, factory chimneys.

## REFERENCES

- Acar, Bahadır, and Şahin Baş. 2018. "Investigation of Energy Generation at Test System Designed by Use of Concentrated Photo-Voltaic Panel and Thermoelectric Modules." *International Journal of Renewable Energy Research* 8(4): 1859–67.
- Afshar, O., R. Saidur, M. Hasanuzzaman, and M. Jameel. 2012. "A Review of Thermodynamics and Heat Transfer in Solar Refrigeration System." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(8): 5639–48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2012.05.016>.
- Ahıska, Raşit, Hayati Mamur, and Metin Uliş. 2011. "TERMOELEKTRİK MODÜLÜN JENERATÖR OLARAK MODELLENMESİ VE DENEYSEL ÇALIŞMASI." *Cilt* 26(4): 889–96.
- Amatya, R., and R. J. Ram. 2010. "Solar Thermoelectric Generator for Micropower Applications." *Journal of Electronic Materials* 39(9): 1735–40.
- Assareh, Ehsanolah, Seyed Mojtaba Alirahmi, and Pouria Ahmadi. 2021. "A Sustainable Model for the Integration of Solar and Geothermal Energy Boosted with Thermoelectric Generators (TEGs) for Electricity, Cooling and Desalination Purpose." *Geothermics* 92(December 2020): 102042. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2021.102042>.
- Bamroongkhan, P., C. Lertsatitthanakorn, and S. Soponronarit. 2019. "Experimental Performance Study of a Solar Parabolic Dish Photovoltaic-Thermoelectric Generator." *Energy Procedia* 158: 528–33. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.147>.
- Champier, Daniel. 2017. "Thermoelectric Generators: A Review of Applications." *Energy Conversion and Management* 140: 167–81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2017.02.070>.
- Cuce, Erdem, Pinar Mert Cuce, Tamer Guclu, and Ahmet Burhaneddin Besir. 2020. "On the Use of Nanofluids in Solar Energy Applications." *Journal of Thermal Science* 29(3): 513–34.
- Cuce, Erdem, Tamer Guclu, and Pinar Mert Cuce. 2020. "Improving Thermal Performance of Thermoelectric Coolers (TECs) through a Nanofluid Driven Water to Air Heat Exchanger Design: An Experimental Research." *Energy Conversion and Management* 214(February): 112893. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112893>.
- Cuce, Pinar Mert, Erdem Cuce, Tamer Guclu, and Veysel Demirci. 2021. "Energy Saving Aspects of Green Facades: Current Applications and Challenges." *Green Building & Construction Economics*: 1–11.
- Cui, Tengfei, Yimin Xuan, and Qiang Li. 2016. "Design of a Novel Concentrating Photovoltaic-Thermoelectric System Incorporated with Phase Change Materials." *Energy Conversion and Management* 112: 49–60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.008>.
- Deng, Yuan, Wei Zhu, Yao Wang, and Yongming Shi. 2013. "Enhanced Performance of Solar-Driven Photovoltaic-Thermoelectric Hybrid System in an Integrated Design." *Solar Energy* 88: 182–91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.solener.2012.12.002>.
- Guclu, Tamer, and Erdem Cuce. 2019. "Thermoelectric Coolers (TECs): From Theory to Practice." *Journal of Electronic Materials* 48(1): 211–30.
- Kossyvakis, D. N., C. G. Vossou, C. G. Provatidis, and E. V. Hristoforou. 2015. "Computational Analysis and Performance Optimization of a Solar Thermoelectric Generator." *Renewable Energy* 81: 150–61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2015.03.026>.
- Lekbir, Abdelhak et al. 2018. "Improved Energy Conversion Performance of a Novel Design of Concentrated Photovoltaic System Combined with Thermoelectric Generator with Advance Cooling System." *Energy Conversion and Management* 177(September): 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.09.053>.
- Li, Guiqiang et al. 2016. "Performance Analysis on a Solar Concentrating Thermoelectric Generator Using the Micro-Channel Heat Pipe Array." *Energy Conversion and Management* 112: 191–98. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2016.01.025>.



- Mathiesen, B. V. et al. 2015. "Smart Energy Systems for Coherent 100% Renewable Energy and Transport Solutions." *Applied Energy* 145: 139–54.
- Mert, Pinar et al. 2022. "Effect of Using Hybrid Nanofluids as a Coolant on the Thermal Performance of Portable Thermoelectric Refrigerators." *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 53(PC): 102685. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102685>.
- Siddique, Abu Raihan Mohammad, Shohel Mahmud, and Bill Van Heyst. 2017. "A Review of the State of the Science on Wearable Thermoelectric Power Generators (TEGs) and Their Existing Challenges." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 73(February): 730–44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.177>.
- Zhu, Wei et al. 2016. "High-Performance Photovoltaic-Thermoelectric Hybrid Power Generation System with Optimized Thermal Management." *Energy* 100: 91–101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.01.055>.

## THERMOELECTRIC GENERATORS; MATERIAL, DESIGN AND MODELLING

**Assoc. Prof. ERDEM CUCE<sup>1</sup>, Assoc. Prof. PINAR MERT CUCE<sup>2</sup>, Res. Assis. TAMER GUCLU<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Recep Tayyip Erdogan University, Engineering and Architecture Faculty, Mechanical Engineering, - ORCID ID: 0000-0003-0150-4705

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdogan University, Engineering and Architecture Faculty, Architecture, - ORCID ID: 0000-0002-6522-7092

<sup>3</sup>Bayburt University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering, - ORCID ID: 0000-0002-5864-3864

### ABSTRACT

Thermoelectric generators are devices that generate electrical energy by utilizing the temperature difference between their surfaces. Thermoelectric generators stand out as an important alternative energy source, especially in terms of the rapid depletion of fossil fuels and the prevention of environmental disasters caused by the use of these resources. Since they do not contain any moving parts, they work silently and without vibration. It does not have any harmful components to the environment. Thanks to these advantages, they are widely used in waste heat recoveries such as heat pipes, car exhausts, and geothermal sources. The efficiency of the thermoelectric materials used in the manufacture of these devices is measured by a dimensionless number called the ZT value. Especially with the production and use of nanostructured materials, higher ZT values are achieved. There are four main thermoelectric generator models produced according to the purpose and place of use. Considering the efficiency of these devices alone, although they are low efficiency, they are an energy-efficient technology as they provide a secondary benefit, especially with the recovery of waste heat.

**Keywords:** Thermoelectric generator, waste heat, energy efficiency

### INTRODUCTION

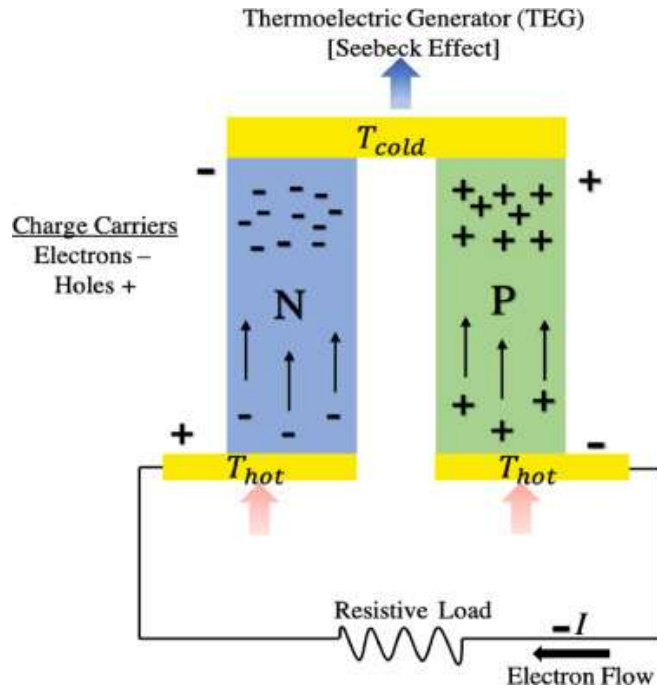
Rapid developments in industrialization, migration from rural areas to cities, excessive consumption and rapidly growing world population have accelerated the consumption of energy resources. Most of the energy resources are used in the production of electrical energy. This energy need is mostly met by fossil fuels and fossil fuel reserves are rapidly depleting worldwide. On the other hand, the use of these resources causes irreversible damage to the environment on a global scale (P. M. Cuce et al. 2021). In this context, efficient use of energy resources is very important. For this reason, governments change their energy policies and set new policies that aim to minimize carbon emissions (Tohidi, Ghazanfari Holagh, and Chitsaz

2022). As a result of these goals, the share of electricity generation from various renewable energy sources such as solar, wind, and geothermal instead of fossil fuel energy sources in total electrical energy production is increasing day by day (E. Cuce et al. 2020). In addition, re-evaluating the wastes generated while obtaining energy and providing a secondary benefit make significant contributions to both the effective use of energy resources and the reduction of environmental disasters. Thermoelectric generators (TEGs) draw attention as systems that generate electrical energy from thermal energy, especially by recovering waste heat (Champier 2017).

TEGs are silent and vibration-free devices. They contain no moving parts and therefore have low maintenance costs. They have a long life, are suitable for automation and do not contain any fluids harmful to the environment (P. M. Cuce, Guclu, and Cuce 2022). Thanks to these advantages, TEGs are widely used for the recovery of waste heat in systems such as car exhausts, water heaters, boilers, heat pipes, and geothermal sources (P. M. Cuce, Guclu, and Cuce 2022). On the other hand, despite these important advantages, the fact that the efficiency of TEGs is around 10% is seen as the most important disadvantage. Nevertheless, it is an attractive technology, especially when it is used in integration with renewable energy systems or in the use of waste heat recovery applications, as it provides secondary energy efficiency (Ahıska, Mamur, and Uliş 2011).

### **WORKING PRINCIPLES of TEGs**

TEGs work based on the so-called Seebeck Effect. The Seebeck effect is the principle of obtaining electrical energy by utilizing the temperature difference between the surfaces in the circuit created with semiconductor materials (Guclu and Cuce 2019). As seen in the Figure 1, P and N-type semiconductors are placed between two ceramic plates and a temperature difference is created between the two surfaces of these semiconductors. When the ends of these semiconductors are connected to a circuit, a current occurs in the circuit as a result of the electron movement caused by the temperature difference (E. Cuce, Guclu, and Cuce 2020). Here, the electrons are activated because the hot electrons have more energy than the cold electrons (Jouhara et al. 2021).



**Figure 1.** Working principle of TEG (Jouhara et al. 2021)

## MATERIAL

The efficiency of the thermoelectric materials that create the TEGs is expressed by a dimensionless number called the Figure of merit ( $ZT$ ) and is calculated with the following equation:

$$ZT = \frac{S^2 \alpha}{K} T$$

Where,  $S$ ,  $\alpha$ ,  $T$  and  $K$  are Seebeck coefficient, electrical conductivity, temperature and thermal conductivity, respectively (Zoui et al. 2020).

High  $ZT$  values indicate the high efficiency of the thermoelectric material. As can be seen from the equation, for a thermoelectric material to be highly efficient, it must have a high Seebeck coefficient, high electrical conductivity, and low thermal conductivity (Yan et al. 2018). Especially in the 2000s, with the use of nanostructured materials and nanoscale production, increases in the  $ZT$  values of thermoelectric materials have been observed (Zhao and Tan 2014).

## DESIGN AND MODELLING

After choosing a suitable and high  $ZT$  thermoelectric material, the second most important issue is to convert this thermoelectric material into an effective and efficient thermoelectric device. In this context, the shape of the thermoelectric module, the geometry of the thermoelectric legs, the ratio of the thermoelectric legs to the ceramic plate, also called the filler factor, the number of semiconductors, and the insulation materials should be evaluated and optimized separately. The scalability of thermoelectric devices created by considering these features provides an important advantage. However, it may cause limitations in usage areas and the situation creates

commercialization problems. For this reason, designs are made in such a way that they can operate in certain temperature ranges (Tohidi, Ghazanfari Holagh, and Chitsaz 2022). While designing TEGs, it is aimed to minimize the thermal contact resistance and thus the heat loss. Considering the electrical power generation and usage areas, there are four main TEG models: Flexible TEGs, Cylindrical Bulk TEGs, Flat Bulk TEGs, and Thin-Film TEGs. The production methods of TEGs also vary depending on the thermoelectric material and thermoelectric bode used (Kumar et al. 2019). Since TEGs work depending on the temperature difference between their two surfaces, it is necessary to keep this temperature difference as high as possible. For this reason, it is aimed to keep the cold surface temperature at low values. For this purpose, various cooling applications are applied on this surface. For example, an aluminum fin can be attached to the cold surface to increase the surface area. In addition, a fan can be used on the fin to accelerate the convection effects. Circulating a refrigerant from the cold surface is another method (Jaworski, Bednarczyk, and Czachor 2016).

## CONCLUSION

In this study, the working principle, materials and design of TEGs are explained by emphasizing the literature. TEGs are devices that convert thermal energy into electrical energy, are compact, suitable for automation and do not contain environmentally harmful fluids. They work according to the so-called Seebeck effect and generate electrical energy from the temperature difference between their surfaces. The efficiency of the thermoelectric material used is measured by the dimensionless number called ZT value, and this value increases with the Seebeck coefficient with electrical conductivity and decreases with thermal conductivity. It is produced in four different types according to the usage area. The most common type of use is Flat Bulk TEGs. In order to control the cold side temperature, techniques that increase the effects of natural and forced convection are used on this surface.

## REFERENCES

- Ahıska, Raşit, Hayati Mamur, and Metin Uliş. 2011. "TERMOELEKTRİK MODÜLÜN JENERATÖR OLARAK MODELLENMESİ VE DENEYSEL ÇALIŞMASI." *Cilt* 26(4): 889–96.
- Champier, Daniel. 2017. "Thermoelectric Generators: A Review of Applications." *Energy Conversion and Management* 140: 167–81.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2017.02.070>.
- Cuce, Erdem, Pinar Mert Cuce, Tamer Guclu, and Ahmet Burhaneddin Besir. 2020. "On the Use of Nanofluids in Solar Energy Applications." *Journal of Thermal Science* 29(3): 513–34.
- Cuce, Erdem, Tamer Guclu, and Pinar Mert Cuce. 2020. "Improving Thermal Performance of Thermoelectric Coolers (TECs) through a Nanofluid Driven Water to Air Heat Exchanger Design: An Experimental Research." *Energy Conversion and Management* 214(April): 112893. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112893>.
- Cuce, Pinar Mert, Erdem Cuce, Tamer Guclu, and Veysel Demirci. 2021. "Energy Saving Aspects of Green Facades: Current Applications and Challenges." *Green Building & Construction Economics*: 1–11.
- Cuce, Pinar Mert, Tamer Guclu, and Erdem Cuce. 2022. "The Effect of Nanofluid Usage on

- Electricity Consumption in Thermoelectric Refrigeration Application: An Experimental Study.” *GAZI JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES* 8: 228–36.
- Guclu, Tamer, and Erdem Cuce. 2019. “Thermoelectric Coolers (TECs): From Theory to Practice.” *Journal of Electronic Materials* 48(1): 211–30.
- Jaworski, Maciej, Marta Bednarczyk, and Marcell Czachor. 2016. “Experimental Investigation of Thermoelectric Generator (TEG) with PCM Module.” *Applied Thermal Engineering* 96: 527–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.12.005>.
- Jouhara, Hussam et al. 2021. “Thermoelectric Generator (TEG) Technologies and Applications.” *International Journal of Thermofluids* 9.
- Kumar, Palanisamy Mohan et al. 2019. “The Design of a Thermoelectric Generator and Its Medical Applications.” *Designs* 3(2): 1–26.
- Tohidi, Farzad, Shahriyar Ghazanfari Holagh, and Ata Chitsaz. 2022. “Thermoelectric Generators: A Comprehensive Review of Characteristics and Applications.” *Applied Thermal Engineering* 201(PA): 117793. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117793>.
- Yan, Jiabin, Xiaoping Liao, Deyang Yan, and Youguo Chen. 2018. “Review of Micro Thermoelectric Generator.” *Journal of Microelectromechanical Systems* 27(1): 1–18.
- Zhao, Dongliang, and Gang Tan. 2014. “A Review of Thermoelectric Cooling: Materials, Modeling and Applications.” *Applied Thermal Engineering* 66(1–2): 15–24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2014.01.074>.
- Zoui, Mohamed Amine, Saïd Bentouba, John G. Stocholm, and Mahmoud Bourouis. 2020. “A Review on Thermoelectric Generators: Progress and Applications.” *Energies* 13(14): 3606. <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/14/3606>.

## NUMERICAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING PARALLEL GROOVES ON FIN PERFORMANCE IN RECTANGULAR FIN DESIGN

Mr, Harun SEN<sup>1</sup>, Assoc. Prof. Dr., Erdem CUCE<sup>2</sup>, Assoc. Prof. Dr., Pinar Mert CUCE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkey,  
- 0000-0003-3089-8678

<sup>2</sup> Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkey,  
- 0000-0003-0150-4705

<sup>3</sup> Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkey, - 0000-0002-6522-7092

### ABSTRACT

Performance is extremely important in electronic devices. Especially during use, any pause or freezing may cause undesirable results. This is even more important for critical tools. Although there are many parameters that affect performance in electronic devices, warming is one of the most important parameters after the production process. In particular, the device temperature, which affects the service life and performance, should be kept under control and should not exceed the maximum level. This study is about fin structures added for cooling in electronic devices. They are structures that aim to remove more heat by convection from a hot surface by increasing the fin surface area. It is impossible to add a cooling system, especially for small-scale electronic structures. In this case, it is tried to improve the convection effects by providing more surface area with fin structures. In the study carried out, the effect of the parallel rectangular groove structure in the fins on the heat dissipation is evaluated with the 3D CFD model using the student version of ANSYS engineering commercial software. First, the efficiency of the rectangular fin is measured at 400 K fin bottom temperature and 300 K ambient temperature. Then, the effect of the parallel rectangular grooves to be placed on the wing on the heat removal from the wing and the efficiency of the wing is interpreted. For a heat convection coefficient of 20 W/m<sup>2</sup>K, the efficiency is 78.11% for the non-corrugated fin in the reference state. With 1 row of rectangular grooves positioned in parallel, the fin efficiency increases by 5% and becomes 82.375%. It is seen that the wing efficiency increases with rectangular grooves placed in 2,3 and 4 rows, but the increase tends to converge.

**Keywords:** Rectangular fin performance, Heat dissipation from fins, Heat transfer, Fins

### 1.INTRODUCTION

Electronic devices have become a part of our lives with the technological developments in recent years. Communication tools such as mobile phones are just one of the devices that we keep with us. Especially the communication and service sector, which has developed in recent years, has integrated even the working life with electronic devices. This situation necessitates

the continuous use of the devices. In continuous use, the performance of electronic devices is expected to be good. In addition, a decrease in performance is expected due to the heating problem of electronic devices in long-term use. It is accepted by researchers that reducing the operating temperature of the device extends the life of the device [1]. Conduction, convection and radiation heat transfer mechanisms can be used to prevent the temperature increase by removing the heat from the devices. Since electronic devices are in a closed structure, the most ideal heat transfer method is convection. Because the circuit elements in electronic devices are closed to the environment, it can be difficult to benefit from radiation effects. The removal of heat by convection is based on Newton's law of cooling and its equation is [2]:

$$\dot{Q}_{con} = hA_s(T_s - T_{\infty})$$

$\dot{Q}_{con}$  (W) the convection heat transfer rate given in the equation,  $h$  the convection coefficient,  $A_s$  the heat transfer area and the surface temperature and the ambient temperature, respectively, are based on the difference between them. Can be understood from the equation, it is necessary to increase  $h$  or  $A_s$  to increase the heat transfer rate. There are two types of convection: natural and forced convection. If heat transfer is provided from the surface using a pump or fan, this convection is called forced convection [3]. Especially for small-scale devices, forced convection is not attractive considering the difficulty of implementation and maintenance costs. It is much more convenient to increase the convection surface area of the place. It can be increased by adding expanded surfaces to hot surfaces. In this way, the rate of convection heat transfer can be increased. Extended surfaces added in this way are called fins. Numerous fin designs exist, although the literature is limited by the imagination. Researchers evaluate fin performance with designs in different geometries. Güvenc and Yuncu [4] experimentally evaluate heat transfer by natural convection in rectangular fin arrays. They showed that the main parameter affecting heat transfer is the distance between the fins. Altun and Ziyilan [5] experimentally investigate heat transfer by natural convection and radiation in vertical sinusoidal wavy fins. They emphasized that the wavy wing structure gives better results than the rectangular wing structure. Yildiz and Yuncu [6] experimentally evaluate natural convection in fins. For this, they mount a series of circular fins on a horizontal cylinder. They find that the heat transfer rate depends on the fin geometry, fin diameter and fin spacing. Shaeri and Yaghoubi [7] perform heat transfer analysis by placing perforated fins on a flat plate. With 3D CFD analysis, they show that perforated fins outperform solid fins in terms of heat transfer and weight. To allow electronic devices to operate at low temperatures, heat transfer improvements must be made to remove more heat from the device. For this purpose, structures such as holes, pores and slits can be used in the wings [8]. Another important issue in this regard is to reduce the dimensions and to design economical fins due to the small size of the devices [9]. In this study, the effect of adding rectangular grooves inside the fin on the heat transfer in rectangular fins is evaluated. The heat transfer and efficiency expressions are obtained for the rectangular fin without grooves in the reference state. Then, by adding 1, 2, 3, and 4 rows of rectangular grooves, respectively, the heat transfer and efficiency expressions are compared with the reference situation.



## 2. APPLICATIONS

In the study carried out, the rectangular fin is first modeled using the student version of ANSYS engineering commercial software. The created 3D CFD model, mesh and visual image of the new corrugated design are given in image 1. After the model is created, the wing material is selected from the program interface as a standard aluminum. The wing bottom temperature is kept at 400 K and the ambient temperature is accepted as 300 K. The heat transfer coefficient is 20 W/m<sup>2</sup>K and is considered constant. After the first solutions are obtained, the independence of the model from the cell number is tested. For this, the heat transfer from the fin surfaces is compared by taking the minimum element size of 0.002 m and 0.001 m, respectively. It is seen that the results are 69,991 W and 73,596 W, respectively. Since the % change is negligible, an element size of 0.002 m is considered suitable for solutions.

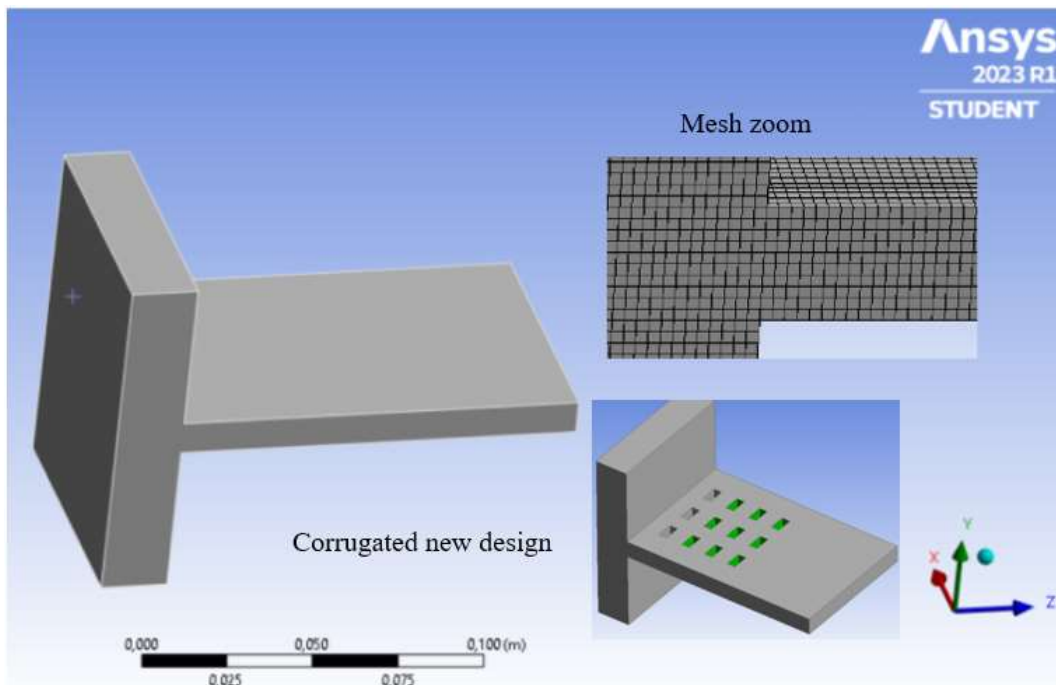


Figure 1. 3D CFD model, mesh and visual image.

## 3. RESULTS AND EVALUATION

After obtaining the mesh-independent solution, firstly heat transfer and efficiency are calculated for the rectangular fin. While the heat transfer is taken through the program, the efficiency expression is calculated by taking it from the program and writing it into the equation below [2].

$$\eta_{fin} = \frac{\dot{Q}_{fin}}{\dot{Q}_{fin,max}}$$

The  $\eta_{fin}$  in the equation represents the fin efficiency and the  $\dot{Q}_{fin}$  represents the heat transfer from the fin. Also,  $\dot{Q}_{fin,max}$  represents the maximum heat transfer that would occur if the entire fin was at the fin-bottom temperature.  $\dot{Q}_{fin,max}$  is given by the equation [2]:

$$\dot{Q}_{fin,max} = hA_s(T_b - T_\infty)$$

In the reference case, the efficiency obtained as a result of CFD for the rectangular fin is 78.11%, while in the mathematical calculation, it is 90% with the previous equation. The difference is the solid mass at the base of the wing used in the design. However, the consistency of the results indicates the usability of the CFD model. The solutions are repeated by opening 1,2,3 and 4 rows of rectangular grooves on the rectangular wing, respectively. Temperature visuals for 1 and 4 rows of corrugated fins with reference status are given in figure 2. When the temperature scale on the fin is examined with the corrugated design, it is seen that the minimum temperature is higher.

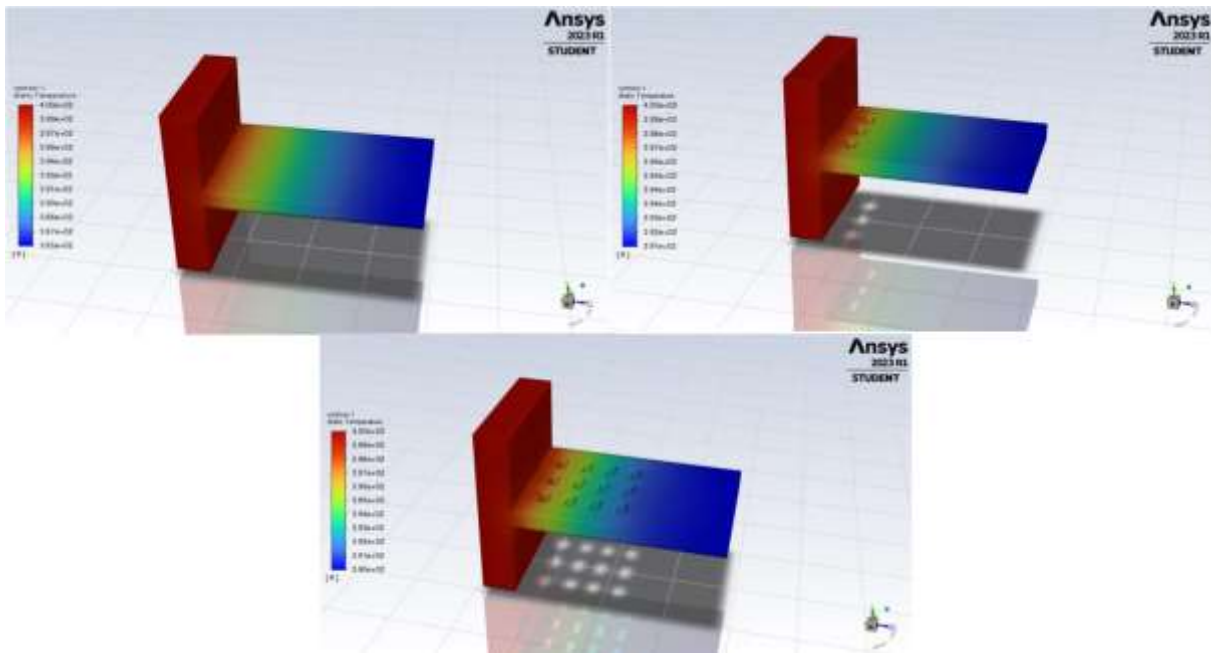


Figure 2. Temperature visuals for 1 and 4 rows of corrugated fins with reference status.

The number of grooves has a positive effect on heat transfer from the fin. In addition, depending on the number of grooves, the efficiency of the fin increases. It is seen that the fin efficiency, which is 78.11% in the reference case, increases by 6.3% when 4 rows of rectangular grooves are opened and reaches 83.05%. The graph of the fin efficiency for the rectangular fin without flutes and the 4 different flute numbers is given in Figure 3. When the graph is evaluated, while the increase in the number of groove rows affects the fin efficiency positively, it tends to converge. Adding 1 row of flutes relative to the reference situation increases fin efficiency by 5.45%. The effect of the increase in the number of groove rows on the fin efficiency is at the level of 1%. There is an optimum situation for the number of groove rows and an evaluation should be made by considering the cost.

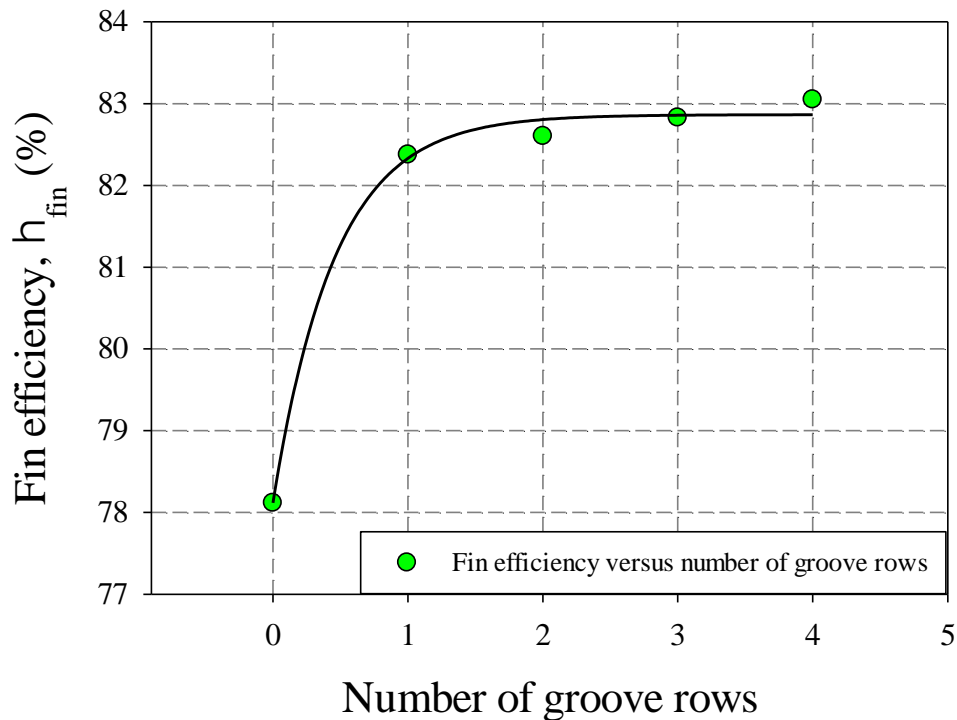


Figure 3. Fin efficiency versus number of groove rows graph.

#### 4. CONCLUSION

The effect of adding a rectangular groove to a rectangular fin on heat transfer and fin efficiency is evaluated with a 3D CFD study. It is interpreted by adding 1,2,3 and 4 rows of rectangular grooves to the fin without grooves in the reference state, respectively. The findings obtained from the study can be listed as follows:

3D CFD model is useful for heat transfer in fins.

The addition of grooves for the rectangular fin improves heat transfer and fin efficiency.

It is seen that the fin efficiency, which is 78.115% for the non-groove fin in the reference case, increases by 5.45% when 1 row of flutes is added to 82.376%.

Increasing the number of groove rows increases the fin efficiency, but the efficiency value tends to converge.

It does not use 4 rows of grooves instead of 1 row of grooves, increasing the fin efficiency only by 1%. In this case, it is necessary to make a cost analysis.

#### REFERENCES

- [1] Black, J. R., Electromigration—A brief survey and some recent results, IEEE Transactions on Electron Devices, 16(4), 338-347, 1969.
- [2] Cengel, Y., Heat, T. M., *A practical approach. Heat and Mass Transfer*, 2003.
- [3] Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (1996). *Fundamentals of heat and mass transfer* (Vol. 6, pp. 408-409). New York: Wiley.
- [4] Güvenç, A., & Yüncü, H., An experimental investigation on performance of fins on a horizontal base in free convection heat transfer, Heat and mass transfer, 37(4-5), 409-416, 2001.



- [5] Altun, A. H., & Ziylan, O., Experimental investigation of the effects of horizontally oriented vertical sinusoidal wavy fins on heat transfer performance in case of natural convection, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 139, 425-431, 2019.
- [6] Yildiz, Ş., & Yüncü, H., An experimental investigation on performance of annular fins on a horizontal cylinder in free convection heat transfer, *Heat and mass transfer*, 40, 239-251, 2004.
- [7] Shaeri, M. R., & Yaghoubi, M., Numerical analysis of turbulent convection heat transfer from an array of perforated fins, *International journal of heat and fluid flow*, 30(2), 218-228, 2009.
- [8] Sahin, B., & Demir, A, Performance analysis of a heat exchanger having perforated square fins. *Applied Thermal Engineering*, 28(5-6), 621-632, 2008.
- [9] Masao, F., Yu, S., & Goro, Y., Heat transfer and pressure drop of perforated surface heat exchanger with passage enlargement and contraction. *International journal of heat and mass transfer*, 31(1), 135-142, 1998.

## NUMERICAL ANALYSIS OF THE EFFECT OF GROOVE GEOMETRY ON FIN PERFORMANCE IN RECTANGULAR FIN DESIGN

Mr, Harun SEN<sup>1</sup>, Assoc. Prof. Dr., Erdem CUCE<sup>2</sup>, Assoc. Prof. Dr., Pinar Mert CUCE<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkey,  
- 0000-0003-3089-8678

<sup>2</sup> Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkey,  
- 0000-0003-0150-4705

<sup>3</sup> Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkey, - 0000-0002-6522-7092

### ABSTRACT

Electronic devices have become an indispensable part of our daily life. Especially portable devices such as mobile phones are one of the things that we always keep with us. Long-term use of small power tools poses performance problems. Especially in long-term use, the increase in the temperature of the device is undesirable and directly affects the performance and life of the device. In this case, it is important to remove the heat from the devices. Although there are different methods for removing heat, it is widely used to remove heat by convection by adding fins to hot surfaces. Especially in small-scale devices, heat can be removed from the devices by convection by using structures called wings and expanded surfaces. For this, large fins with a surface area are added to hot surfaces. In this study, the effect of groove geometry on heat dissipation in rectangular fin structure is evaluated. A 3-dimensional rectangular wing model is created using the student version of ANSYS engineering commercial software. For 400 K surface and 300 K ambient temperature, the flute-free fin efficiency is 78.11% in the reference condition. Then, the effect of rectangular, triangular and circular groove design on fin performance is interpreted. The fin efficiency is compared for each case by adding 1, 2, 3 and 4 rows of grooves in parallel, respectively. It is seen that the highest fin efficiency is achieved with 4 rows of corrugated fin structure for every 3 geometries. It is determined that the efficiency for rectangular, triangular and circular trough structure is 83.047%, 83.106% and 82.89%, respectively. It is understood that the highest efficiency is obtained with the triangular trough.

**Keywords:** Groove effect on fins, Rectangular fin performance, Heat dissipation from fins, Heat transfer, Fins

### 1.INTRODUCTION

In the last century, technology has reached incredible levels. This situation has led to differences both in our daily lives and in our habits. Today, we do almost all of our work with the tools that technology offers us. These tools, which have become a part of our lives, generally use

electricity as an energy source. These tools, called electronic devices, are an indispensable part of us. It is common for electronic devices that are constantly used to heat up. Depending on this heating, both the performance of the device decreases and the life of the tool decreases [1]. To eliminate this problem and increase the performance of electronic devices, cooling is inevitable. To cool electronic devices, heat must be removed from the system. This is possible with heat transfer mechanisms. There are three types of heat transfer mechanisms: conduction, convection and non-radiation [2]. Conduction occurs within a solid, convection occurs between a solid surface and a fluid, and radiation occurs between any two surfaces. Since electronic devices contain solid materials, convection and radiation can be used for cooling. Electronic devices, most of which are closed systems, are difficult to cool with radiation. Therefore, convection cooling can be an effective method. The convection heat transfer equation can be expressed by Newton's law of cooling [3]:

$$\dot{Q}_{con} = hA_s(T_s - T_{\infty})$$

$h$  (W/m<sup>2</sup>K) given in the equation is the convection coefficient,  $A_s$  (m<sup>2</sup>) is the convection surface area,  $T_s - T_{\infty}$  (K) is the surface and ambient temperature difference, and  $\dot{Q}_{con}$  (W) is the convection heat transfer rate. According to the equation, except for the temperature difference, the heat transfer rate depends on the heat transfer coefficient ( $h$ ) and the heat transfer surface area ( $A_s$ ). Therefore, it is an effective way to increase these two values to increase the heat transfer rate. The convection coefficient is related to the fluid in contact with the solid surface and depends on the fluid motion and the fluid properties. Depending on natural and forced convection,  $h$  can vary widely. Natural convection develops depending on the fluid density in the absence of any additional pump or fan [4]. It is imperative to use natural and forced convection methods, as cooling is required to keep appliances containing electrical circuits at a certain temperature. With this approach, forced convection of very small circuits and cooling using a pump or fan is both costly and very difficult. At this point, the use of 'Fin', which is called expanded surface in the literature, can meet this need [5]. These structures called fins added to the hot surface contribute to the removal of heat thanks to their large surface areas. Especially for low convection coefficients in natural convection, this can provide serious heat transfer. Although there are many different wing designs in the literature, fins such as rectangular, cylindrical, conical, etc. are commonly used [3]. Kou et al. [6] develop a mathematical model to calculate the lowest material cost for fins. In their study on fins with different geometries, they emphasized that the low ratio of fin thickness to fin width provides an advantage for heat dissipation. It is common to use holes to increase the heat transfer surface area in fins produced in different geometries. Huang et al. [7] interpret the effect of using holes at the base of the fins on the heat transfer in horizontal rectangular fin arrays by numerical study. They claim that keeping the hole size and using more holes is more effective for heat transfer. Maji et al. [8] evaluate the effect of hole addition in forced convection conditions in fins with 3D CFD model. They detect up to 70% improvement in heat transfer compared to the reference situation. Cuce et al. [8] 3D CFD analysis evaluates convection and radiation heat transfer in parabolic fins. He claims that as the concave level increases in parabolic fins, the efficiency of the fin decreases, but the heat transfer from the unit mass increases. Haghghi et

al. [9] evaluated the performance of plate fin type heat sinks under natural convection with an experimental study. They claim that the heat transfer is improved up to 40% with the addition of heat sinks during fins ranging from 5-9. Although there are numerous studies on heat transfer from fins in the literature, there are still gaps in optimizing the corrugated fin structure. In this study, the effect of rectangular, triangular and circular groove structure on heat transfer in a rectangular fin is evaluated with CFD models.

## 2. APPLICATIONS

In the study in which the effect of grooves in different geometries on heat transfer in a rectangular fin is evaluated, a rectangular fin reference model is first designed with the student version of ANSYS engineering commercial software. The visuals of the rectangular fin and corrugated designs with different geometries and the mesh image are given in Figure 1. After the CFD model is created, aluminum is chosen as the standard fin material. The rectangular fin bottom temperature is taken as 400 K and continuous conditions are assumed as the ambient temperature is 300 K. A constant  $20 \text{ W/m}^2\text{K}$  is assumed for the heat transfer coefficient. After obtaining the first results, the model mesh independence is tested. For this purpose, heat transfer from the fin surfaces is calculated by taking the smallest element size of 0.002 m and 0.001 m, respectively. The two results are calculated as 69,991 W and 73,596 W, respectively. Since the % change is negligible, an element size of 0.002 m is considered sufficient for the mesh.

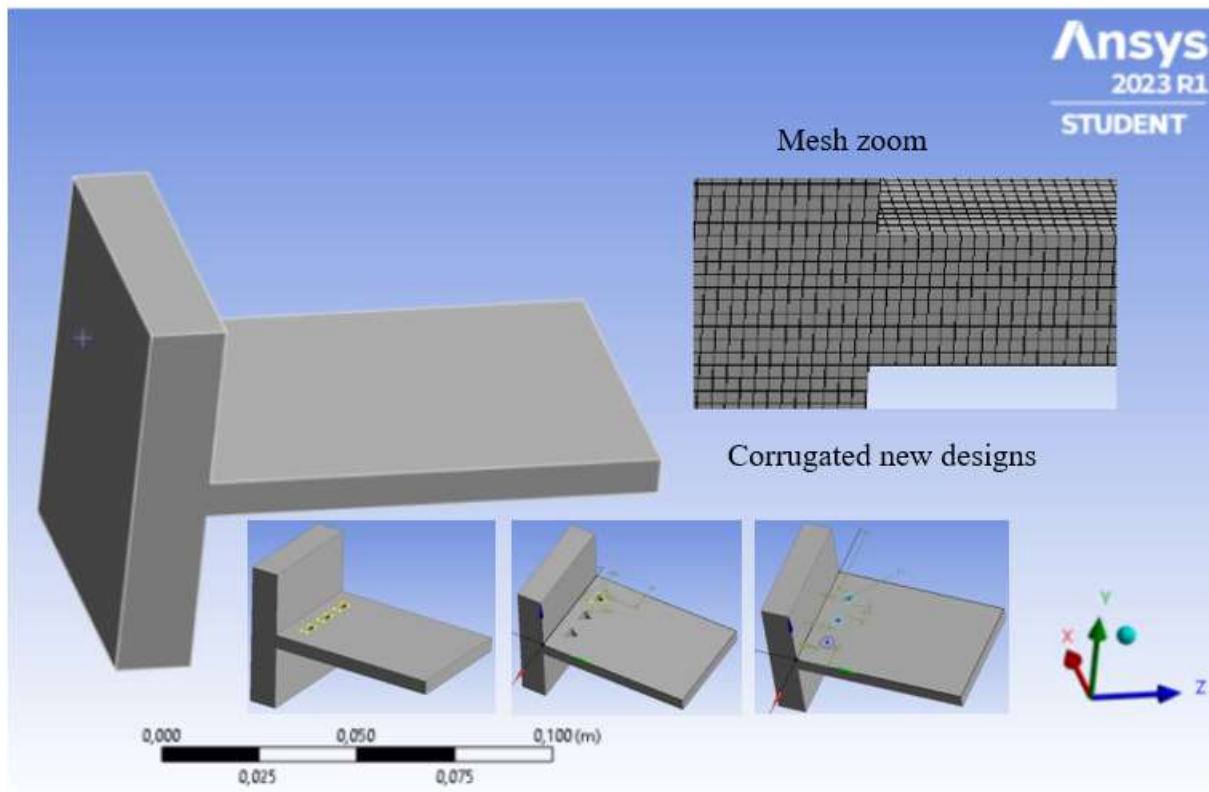


Figure 1. 3D CFD model, visuals of mesh and corrugated models.

## 3. RESULTS AND EVALUATION

After the mesh-independent solution, the heat transfer and efficiency calculation for the rectangular fin is done first. The heat transfer is taken through the program and written into the following equation and the efficiency expression is calculated [3]:

$$\eta_{fin} = \frac{\dot{Q}_{fin}}{\dot{Q}_{fin,max}}$$

In the calculation,  $\eta_{fin}$  indicates fin efficiency and  $\dot{Q}_{fin}$  indicates heat transfer from the fin.  $\dot{Q}_{fin,max}$  indicates the maximum heat transfer that will occur if the entire fin is assumed at base temperature. Q is given by the equation  $\dot{Q}_{fin,max}$  [3]:

$$\dot{Q}_{fin,max} = hA_s(T_b - T_\infty)$$

While the efficiency obtained from CFD for the rectangular fin in the reference model is 78.11%, it is 90% in the mathematical calculation with the above equation. The difference in calculation is due to the solid mass at the base of the wing used in the design. However, when the results are examined, it is understood that the CFD model can be used where the difference is at a reasonable level. Rectangular, triangular and circular 1, 2, 3 and 4 rows of grooves are made on the rectangular wing and the solutions are repeated. The temperature distribution for 3 different groove geometries is given in Figure 2. With the addition of triangular groove, it is seen that lower temperatures are reached in the fin, but the temperature distributions are similar.

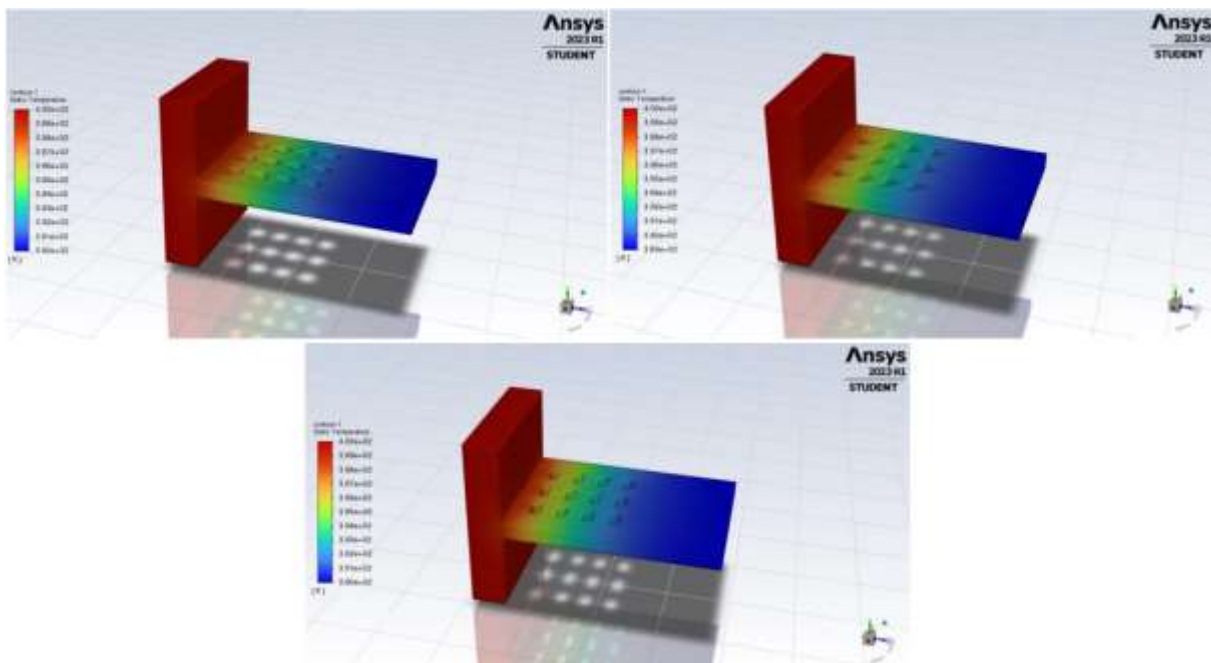


Figure 2. Temperature images for 4 rows of flute fins in 3 different groove geometries.

The number of grooves generally increases heat transfer from the fin. In addition, the fin efficiency increases depending on the number of grooves. It is determined that the efficiency



for the rectangular fin, which is 78.11% in the case of 4 rows of rectangular grooves, increased by 6.3% and reached 83.05%, and a similar increase is also valid for circular and triangular grooves. Efficiency expressions depending on the number of grooves for 3 different geometries are given in Figure 3. When the graphs are examined, there is a continuous increase in heat transfer for rectangular and triangular troughs, while there is a different situation for circular troughs. For the circular groove, 1 row gives the highest heat transfer, while the number of more grooves first decreases and then increases again.

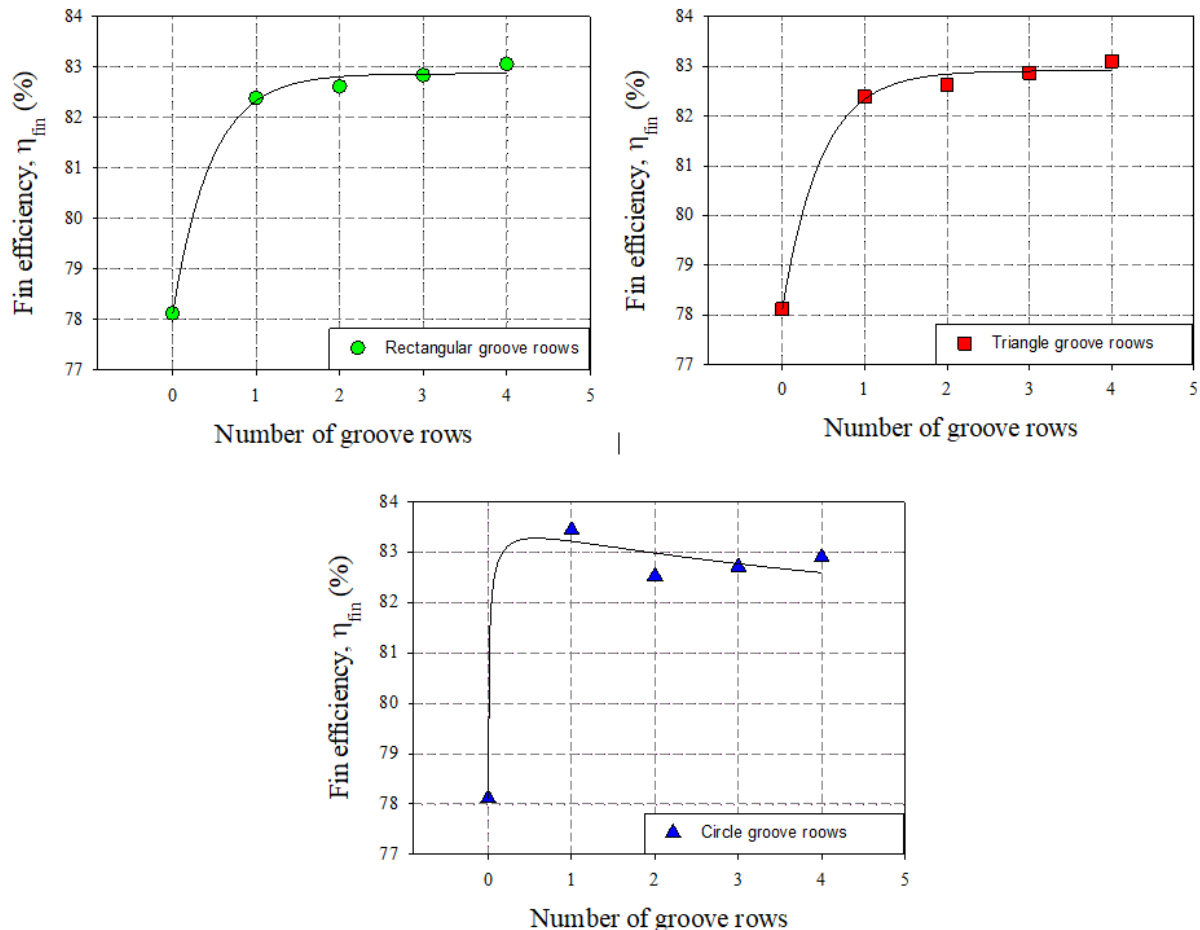


Figure 3. Efficiency plots for different fin geometry and number of groove rows.

#### 4. CONCLUSION

In this study, the effect of groove geometry on fins is evaluated with a 3D CFD model. In the reference case, the effect on heat transfer is evaluated by adding rectangular, triangular and circular fins in 1,2,3 and 4 rows of rectangular non-groove fins, respectively. The findings of the research can be listed as follows:

- The 3D CFD model is suitable for the analysis of fins.
- The addition of a groove for a rectangular fin increases heat transfer and fin efficiency.
- In a rectangular fin, it is seen that the fin efficiency, which is 78.115% for a grooveless fin in the first case, will increase by 6.8% with the addition of grooves in different geometries and become 83.5%.

- Increasing the number of flute rows increases fin efficiency, but fin efficiency tends to converge for all geometries.
- Adding 4 rows of grooves instead of adding 1 row of grooves increases fin efficiency by only 1%. This may not be attractive considering the cost.

## REFERENCES

- [1] Colangelo, G., Favale, E., Milanese, M., De Risi, A., & Laforgia, D, Cooling of electronic devices: Nanofluids contribution, *Applied Thermal Engineering*, 127, 421-435, 2017.
- [2] Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (1996). *Fundamentals of heat and mass transfer* (Vol. 6, pp. 408-409). New York: Wiley.
- [3] Cengel, Y., Heat, T. M., *A practical approach. Heat and Mass Transfer*, 2003.
- [4] Ali, H. M., Arshad, A., Jabbar, M., & Verdin, P. G, Thermal management of electronics devices with PCMs filled pin-fin heat sinks: a comparison, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 117, 1199-1204, 2018.
- [5] Maji, A., & Choubey, G, Improvement of heat transfer through fins: A brief review of recent developments, *Heat Transfer*, 49(3), 1658-1685, 2020.
- [6] Kou, H. S., Lee, J. J., & Chen, C. W., Optimum thermal analysis of a heat sink with various fin cross-sections by adjusting fin length and cross-section, *Heat Transfer Engineering*, 29(6), 537-545, 2008.
- [7] Huang, G. J., Wong, S. C., & Lin, C. P., Enhancement of natural convection heat transfer from horizontal rectangular fin arrays with perforations in fin base, *International Journal of Thermal Sciences*, 84, 164-174, 2014.
- [8] Maji, A., Bhanja, D., Patowari, P. K., & Kundu, B., Thermal analysis for heat transfer enhancement in perforated pin fins of various shapes with staggered arrays, *Heat Transfer Engineering*, 40(3-4), 295-319, 2019.
- [8] Cuce, E., & Mert Cuce, P., Effects of concavity level on heat loss, effectiveness and efficiency of a longitudinal fin exposed to natural convection and radiation *International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow*, 23(7), 1169-1178, 2013.
- [9] Haghghi, S. S., Goshayeshi, H. R., & Safaei, M. R., Natural convection heat transfer enhancement in new designs of plate-fin based heat sinks. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 125, 640-647, 2018.

## **A COMPACT VIA-LESS ULTRA-WIDEBAND MICROSTRIP FILTER BY UTILIZING OPEN-CIRCUIT QUARTER WAVELENGTH STUBS**

**Muhammad Yasir Wadood, Fatemeh Babaeian**

Victoria University, Melbourne, Australia  
Department of ECSE, Monash University, Australia

### **Abstract:**

By developing ultra-wideband (UWB) systems, there is a high demand for UWB filters with low insertion loss, wide bandwidth, and having a planar structure which is compatible with other components of the UWB system. A microstrip interdigital filter is a great option for designing UWB filters. However, the presence of via holes in this structure creates difficulties in the fabrication procedure of the filter. Especially in the higher frequency band, any misalignment of the drilled via hole with the Microstrip stubs causes large errors in the measurement results compared to the desired results. Moreover, in this case (high-frequency designs), the line width of the stubs are very narrow, so highly precise small via holes are required to be implemented, which increases the cost of fabrication significantly. Also, in this case, there is a risk of having fabrication errors. To combat this issue, in this paper, a via-less UWB microstrip filter is proposed which is designed based on a modification of a conventional inter-digital bandpass filter. The novel approaches in this filter design are 1) replacement of each via hole with a quarter-wavelength open circuit stub to avoid the complexity of manufacturing, 2) using a bend structure to reduce the unwanted coupling effects and 3) minimising the size. Using the proposed structure, a UWB filter operating in the frequency band of 3.9-6.6 GHz (1-dB bandwidth) is designed and fabricated. The promising results of the simulation and measurement are presented in this paper. The selected substrate for these designs was Rogers RO4003 with a thickness of 20 mils. This is a common substrate in most of the industrial projects. The compact size of the proposed filter is highly beneficial for applications which require a very miniature size of hardware.

**Keywords:** Band-pass filters, inter-digital filter, microstrip, via-less.

## **RECEIVED SIGNAL STRENGTH INDICATOR BASED LOCALIZATION OF BLUETOOTH DEVICES USING TRILATERATION: AN IMPROVED METHOD FOR THE VISUALLY IMPAIRED PEOPLE**

**Muhammad Irfan Aziz, Thomas Owens, Uzair Khaleeq uz Zaman**

National University of Sciences and Technology, Pakistan  
Brunel University, Kingston Lane, United  
Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, France

### **Abstract:**

The instantaneous and spatial localization for visually impaired people in dynamically changing environments with unexpected hazards and obstacles, is the most demanding and challenging issue faced by the navigation systems today. Since Bluetooth cannot utilize techniques like Time Difference of Arrival (TDOA) and Time of Arrival (TOA), it uses received signal strength indicator (RSSI) to measure Receive Signal Strength (RSS). The measurements using RSSI can be improved significantly by improving the existing methodologies related to RSSI. Therefore, the current paper focuses on proposing an improved method using trilateration for localization of Bluetooth devices for visually impaired people. To validate the method, class 2 Bluetooth devices were used along with the development of a software. Experiments were then conducted to obtain surface plots that showed the signal interferences and other environmental effects. Finally, the results obtained show the surface plots for all Bluetooth modules used along with the strong and weak points depicted as per the color codes in red, yellow and blue. It was concluded that the suggested improved method of measuring RSS using trilateration helped to not only measure signal strength affectively but also highlighted how the signal strength can be influenced by atmospheric conditions such as noise, reflections, etc.

**Keywords:** Bluetooth, indoor/outdoor localization, received signal strength indicator, visually impaired.



## **DEVELOPMENT OF MAINTENANCE SCHEDULE AND ROOT CAUSE ANALYSIS BASED ON COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM FOR A FERTILIZER PLANT**

**Sanjeev Kumar**

Assoc. Prof. in Department of Mechanical Engineering, YMCA University of Science & Technology, India

### **Abstract:**

This paper deals with development of Computerized Maintenance Management System (CMMS) for a fertilizer plant. The software is advanced, easy to use, less complex, less expensive and also less time consuming. It consists of number of modules like detailed information of equipment, maintenance procedures, work order and employees detail. The objectives of CMMS are to reduce overall downtime, overall yearly maintenance cost and occurrence of failures of the equipment and to get day-by-day maintenance plan and strategy. In this regard, the behavioral chart for urea prilling unit at Fertilizer plant has been developed in form of Root Cause Analysis (RCA). Besides this, a maintenance program has also been proposed and used for the purpose of maintenance planning of the urea prilling unit. The outcome of software has been consulted with the concerned plant individuals and found to be extremely favorable for improving the performance level of the concerned plant.

**Keywords:** Computerized maintenance management system, root cause analysis, maintenance schedule, urea prilling system.

## 12X12 MIMO TERMINAL ANTENNAS COVERING THE WHOLE LTE AND WIFI SPECTRUM

Mohamed Sanad, Noha Hassan

Faculty of Engineering, Cairo University, Giza, Egypt

### Abstract:

A broadband resonant terminal antenna has been developed. It can be used in different MIMO arrangements such as 2x2, 4x4, 8x8, or even 12x12 MIMO configurations. The antenna covers the whole LTE and WiFi bands besides the existing 2G/3G bands (700-5800 MHz), without using any matching/tuning circuits. Matching circuits significantly reduce the efficiency of any antenna and reduce the battery life. They also reduce the bandwidth because they are frequency dependent. The antenna can be implemented in smartphone handsets, tablets, laptops, notebooks or any other terminal. It is also suitable for different IoT and vehicle applications. The antenna is manufactured from a flexible material and can be bent or folded and shaped in any form to fit any available space in any terminal. It is self-contained and does not need to use the ground plane, the chassis or any other component of the terminal. Hence, it can be mounted on any terminal at different positions and configurations. Its performance does not get affected by the terminal, regardless of its type, shape or size. Moreover, its performance does not get affected by the human body of the terminal's users. Because of all these unique features of the antenna, multiples of them can be simultaneously used for MIMO diversity coverage in any terminal device with a high isolation and a low correlation factor between them.

**Keywords:** IOT, LTE, MIMO, terminal antenna, WiFi.



## **SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK**

**S.S.Mohanavalli, Sheila Anand**

Tagore Engineering College, Department of Electronics and Communication Engineering,  
Anna University, India

Rajalakshmi Engineering College, Anna University, Chennai, India.

### **Abstract**

This paper proposes a novel architecture for At- Home medical care which enables senior citizens, patients with chronic ailments and patients requiring post- operative care to be remotely monitored in the comfort of their homes. This architecture is implemented using sensors and wireless networking for transmitting patient data to the hospitals, health- care centers for monitoring by medical professionals. Patients are equipped with sensors to measure their physiological parameters, like blood pressure, pulse rate etc. and a Wearable Data Acquisition Unit is used to transmit the patient sensor data. Medical professionals can be alerted to any abnormal variations in these values for diagnosis and suitable treatment. Security threats and challenges inherent to wireless communication and sensor network have been discussed and a security mechanism to ensure data confidentiality and source authentication has been proposed. Symmetric key algorithm AES has been used for encrypting the data and a patent-free, two-pass block cipher mode CCFB has been used for implementing semantic security.

**Keywords:** data confidentiality, integrity, remotemonitoring, source authentication

## **AGENT/GROUP/ROLE ORGANIZATIONAL MODEL TO SIMULATE AN INDUSTRIAL CONTROL SYSTEM**

**Noureddine Seddari, Mohamed Belaoued, Salah Bougueroua**

University of Skikda, Skikda, Algeria.

LIRE Laboratory, Constantine 1 University, Algeria

Department of Computer Science, University of Skikda, Algeria

### **Abstract:**

The modeling of complex systems is generally based on the decomposition of their components into sub-systems easier to handle. This division has to be made in a methodical way. In this paper, we introduce an industrial control system modeling and simulation based on the Multi-Agent System (MAS) methodology AALAADIN and more particularly the underlying conceptual model Agent/Group/Role (AGR). Indeed, in this division using AGR model, the overall system is decomposed into sub-systems in order to improve the understanding of regulation and control systems, and to simplify the implementation of the obtained agents and their groups, which are implemented using the Multi-Agents Development KIT (MAD-KIT) platform. This approach appears to us to be the most appropriate for modeling of this type of systems because, due to the use of MAS, it is possible to model real systems in which very complex behaviors emerge from relatively simple and local interactions between many different individuals, therefore a MAS is well adapted to describe a system from the standpoint of the activity of its components, that is to say when the behavior of the individuals is complex (difficult to describe with equations). The main aim of this approach is the take advantage of the performance, the scalability and the robustness that are intuitively provided by MAS.

**Keywords:** Complex systems, modeling and simulation, industrial control system, MAS, AALAADIN, AGR, MAD-KIT.





## **A STUDY OF GENERAL ATTACKS ON ELLIPTIC CURVE DISCRETE LOGARITHM PROBLEM OVER PRIME FIELD AND BINARY FIELD**

**Tun Myat Aung, Ni Ni Hla**

University of Computer Studies, Yangon (UCSY), Myanmar

### **Abstract:**

This paper begins by describing basic properties of finite field and elliptic curve cryptography over prime field and binary field. Then we discuss the discrete logarithm problem for elliptic curves and its properties. We study the general common attacks on elliptic curve discrete logarithm problem such as the Baby Step, Giant Step method, Pollard's rho method and Pohlig-Hellman method, and describe in detail experiments of these attacks over prime field and binary field. The paper finishes by describing expected running time of the attacks and suggesting strong elliptic curves that are not susceptible to these attacks.

**Keywords:** Discrete logarithm problem, general attacks, elliptic curves, strong curves, prime field, binary field, attack experiments.

## Integrated ACOR/IACOMV-R-SVM Algorithm

Hiba Basim Alwan, Ku Ruhana Ku-Mahamud

School of Computing, College of Arts and Sciences, Universiti Utara Malaysia,

### Abstract:

A direction for ACO is to optimize continuous and mixed (discrete and continuous) variables in solving problems with various types of data. Support Vector Machine (SVM), which originates from the statistical approach, is a present day classification technique. The main problems of SVM are selecting feature subset and tuning the parameters. Discretizing the continuous value of the parameters is the most common approach in tuning SVM parameters. This process will result in loss of information which affects the classification accuracy. This paper presents two algorithms that can simultaneously tune SVM parameters and select the feature subset. The first algorithm,  $ACO_R$ -SVM, will tune SVM parameters, while the second  $IACO_{MV-R}$ -SVM algorithm will simultaneously tune SVM parameters and select the feature subset. Three benchmark UCI datasets were used in the experiments to validate the performance of the proposed algorithms. The results show that the proposed algorithms have good performances as compared to other approaches.

**Keywords:** Continuous ant colony optimization, incremental continuous ant colony, simultaneous optimization, support vector machine.

## **SOLAR-INDUCTED CLUSTER HEAD RELOCATION ALGORITHM**

**Goran Djukanovic, Goran Popovic**

College of Information Technologies, Pan- European University “APEIRON”, Bosnia and Herzegovina

G. Popovic, is with the Department of Electrical Engineering, Faculty of Polytechnics Sciences, International University Travnik, Travnik, Bosnia and Herzegovina

### **Abstract:**

A special area in the study of Wireless Sensor Networks (WSNs) is how to move sensor nodes, as it expands the scope of application of wireless sensors and provides new opportunities to improve network performance. On the other side, it opens a set of new problems, especially if complete clusters are mobile. Node mobility can prolong the network lifetime. In such WSN, some nodes are possibly moveable or nomadic (relocated periodically), while others are static. This paper presents an idea of mobile, solar-powered CHs that relocate themselves inside clusters in such a way that the total energy consumption in the network reduces, and the lifetime of the network extends. Positioning of CHs is made in each round based on selfish herd hypothesis, where leader retreats to the center of gravity. Based on this idea, an algorithm, together with its modified version, has been presented and tested in this paper. Simulation results show that both algorithms have benefits in network lifetime, and prolongation of network stability period duration.

**Keywords:** CH-active algorithm, mobile cluster head, sensors, wireless sensor network.



## **AUTOMATED JAVA TESTING: JUNIT VERSUS ASPECTJ**

**Manish Jain, Dinesh Gopalani**

Manish Jain is with the Department of Computer Science, Malaviya National Institute of Technology, Jaipur, India

Department of Computer Science, Malaviya National Institute of Technology, Jaipur, India

### **Abstract:**

Growing dependency of mankind on software technology increases the need for thorough testing of the software applications and automated testing techniques that support testing activities. We have outlined our testing strategy for performing various types of automated testing of Java applications using AspectJ which has become the de-facto standard for Aspect Oriented Programming (AOP). Likewise JUnit, a unit testing framework is the most popular Java testing tool. In this paper, we have evaluated our proposed AOP approach for automated testing and JUnit on various parameters. First we have provided the similarity between the two approaches and then we have done a detailed comparison of the two testing techniques on factors like lines of testing code, learning curve, testing of private members etc. We established that our AOP testing approach using AspectJ has got several advantages and is thus particularly more effective than JUnit.

**Keywords:** Aspect oriented programming, AspectJ, Aspects, JUnit, software testing.



## **MODELING AND ANALYZING THE WAP CLASS 2 WIRELESS TRANSACTION PROTOCOL USING EVENT-B**

**Rajaa Filali, Mohamed Bouhdadi**

LMPHE laboratory University of Mohammed V, Faculty of sciences 4 Street Ibn Batouta, PB  
1014 RP, Rabat Morocco

### **Abstract:**

This paper presents an incremental formal development of the Wireless Transaction Protocol (WTP) in Event-B. WTP is part of the Wireless Application Protocol (WAP) architectures and provides a reliable request-response service. To model and verify the protocol, we use the formal technique Event-B which provides an accessible and rigorous development method. This interaction between modelling and proving reduces the complexity and helps to eliminate misunderstandings, inconsistencies, and specification gaps. As result, verification of WTP allows us to find some deficiencies in the current specification.

**Keywords:** Event-B, wireless transaction protocol, refinement, proof obligation, Rodin, ProB.

## **EFFECT OF MODIFICATION AND EXPANSION ON EMERGENCE OF COOPERATION IN DEMOGRAPHIC MULTI-LEVEL DONOR-RECIPIENT GAME**

**Tsuneyuki Namekata, Yoko Namekata**

Otaru University of Commerce, Otaru, Hokkaido - Japan

### **Abstract:**

It is known that the mean investment evolves from a very low initial value to some high level in the Continuous Prisoner's Dilemma. We examine how the cooperation level evolves from a low initial level to a high level in our Demographic Multi-level Donor-Recipient situation. In the Multi-level Donor-Recipient game, one player is selected as a Donor and the other as a Recipient randomly. The Donor has multiple cooperative moves and one defective move. A cooperative move means the Donor pays some cost for the Recipient to receive some benefit. The more cooperative move the Donor takes, the higher cost the Donor pays and the higher benefit the Recipient receives. The defective move has no effect on them. Two consecutive Multi-level Donor-Recipient games, one as a Donor and the other as a Recipient, can be viewed as a discrete version of the Continuous Prisoner's Dilemma. In the Demographic Multi-level Donor-Recipient game, players are initially distributed spatially. In each period, players play multiple Multi-level Donor-Recipient games against other players. He leaves offspring if possible and dies because of negative accumulated payoff of him or his lifespan. Cooperative moves are necessary for the survival of the whole population. There is only a low level of cooperative move besides the defective move initially available in strategies of players. A player may modify and expand his strategy by his recent experiences or practices. We distinguish several types of a player about modification and expansion. We show, by Agent-Based Simulation, that introducing only the modification increases the emergence rate of cooperation and introducing both the modification and the expansion further increases it and a high level of cooperation does emerge in our Demographic Multi-level Donor-Recipient Game.

**Keywords:** Agent-based simulation, donor-recipient game, emergence of cooperation, spatial structure, TFT, TF2T.



## **ISOLATION AND IDENTIFICATION OF DIACYLGLYCEROL ACYLTRANSFERASE TYPE- 2 (GAT2) GENES FROM THREE EGYPTIAN OLIVE CULTIVARS**

**Yahia I. Mohamed, Ahmed I. Marzouk, Mohamed A. Yacout**

Faculty of Agriculture Desert and Environment Fuka–Matrouh Alexandria University: Egypt  
Rice Department of Genetic, Faculty of Agriculture- Alexandria University, Egypt

### **Abstract:**

Aim of this work was to study the genetic basis for oil accumulation in olive fruit via tracking DGAT2 (Diacylglycerol acyltransferase type-2) gene in three Egyptian Origin Olive cultivars namely Toffahi, Hamed and Maraki using molecular marker techniques and bioinformatics tools. Results illustrate that, firstly: specific genomic band of Maraki cultivars was identified as DGAT2 (Diacylglycerol acyltransferase type-2) and identical for this gene in *Olea europaea* with 100% of similarity. Secondly, differential genomic band of Maraki cultivars which produced from RAPD fingerprinting technique reflected predicted distinguished sequence which identified as DGAT2 (Diacylglycerol acyltransferase type-2) in *Fragaria vesca* subsp. *Vesca* with 76% of sequential similarity. Third and finally, specific genomic specific band of Hamed cultivars was identified as two fragments, 1- *Olea europaea* cultivar Koroneiki diacylglycerol acyltransferase type 2 mRNA, complete cds with two matches regions with 99% or 2- Predicted: *Fragaria vesca* subsp. *vesca* diacylglycerol O-acyltransferase 2-like (LOC101313050), mRNA with 86 % of similarity.

**Keywords:** *Olea europaea*, fingerprinting, Diacylglycerol acyltransferase type- 2 (DGAT2).



## **EFFECT OF VARIOUS POLLEN SOURCES TO ABILITY FRUIT SET AND QUALITY IN 'LONG RED B' WAX APPLE**

**Nguyen Minh Tuan, Yen Chung-Ruey**

Department of Tropical Agriculture and International Cooperation, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan

Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan

### **Abstract:**

By hand pollination was conducted to evaluated different pollen sources and their affects on fruit set and quality of wax apple. The following parameters were recorded: fruit set, seed set, fruit characteristics. Results showed that fruit set percentage with seed were significantly high in 'Long Red B' when 'Black', 'Thyto' were used as pollen parents. Pollen of 'Black', 'Thyto' resulted in high fruit weight, fruit diameter, fruit length, bigger flesh thickness, better total soluble solids as compared with other pollens. The observation of pollen-growth in vitro revealed that pollen germination at 15% sucrose concentration are required for optimum pollen germination with the high pollen germination were found in 'Black', 'Thyto'. From the result, we concluded that 'Black', 'Thyto' were proved to be good pollinizers in 'Long Red B'. Therefore, artificial cross-pollination using 'Black', 'Thyto' as pollinizers were strongly recommended for 'Long Red B' cultivar in wax apple orchard.

**Keywords:** Wax apple, pollination, pollen source, in vitro, fruit quality.





## **ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON NANOTUBE BASED SUPERCAPACITOR**

**Jafar Khan Kasi, Ajab Khan Kasi, Muzamil Bokhari**

Department of Physics, University of Balochistan, Quetta Pakistan

### **Abstract:**

Carbon nanotube is one of the most attractive materials for the potential applications of nanotechnology due to its excellent mechanical, thermal, electrical and optical properties. In this paper we report a supercapacitor made of nickel foil electrodes, coated with multiwall carbon nanotubes (MWCNTs) thin film using electrophoretic deposition (EPD) method. Chemical vapor deposition method was used for the growth of MWCNTs and ethanol was used as a hydrocarbon source. High graphitic multiwall carbon nanotube was found at 750oC analyzing by Raman spectroscopy. We observed the electrochemical performance of supercapacitor by cyclic voltammetry. The electrodes of supercapacitor fabricated from MWCNTs exhibit considerably small equivalent series resistance (ESR), and a high specific power density. Electrophoretic deposition is an easy method in fabricating MWCNT electrodes for high performance supercapacitor.

**Keywords:** Carbon nanotube, chemical vapor deposition, catalyst, charge, cyclic voltammetry.

## STATISTICAL MODELING FOR PERMEABILIZATION OF A NOVEL YEAST ISOLATE FOR B-GALACTOSIDASE ACTIVITY USING ORGANIC SOLVENTS

**Shweta Kumari, Parmjit S. Panesar, Manab B. Bera**

Shweta Kumari, Parmjit S. Panesar, and Manab B. Bera are with the Biotechnology Research Laboratory, Department of Food Engineering & Technology, Sant Longowal Institute of Engineering & Technology, Punjab, India

### **Abstract:**

The hydrolysis of lactose using  $\beta$ -galactosidase is one of the most promising biotechnological applications, which has wide range of potential applications in food processing industries. However, due to intracellular location of the yeast enzyme, and expensive extraction methods, the industrial applications of enzymatic hydrolysis processes are being hampered. The use of permeabilization technique can help to overcome the problems associated with enzyme extraction and purification of yeast cells and to develop the economically viable process for the utilization of whole cell biocatalysts in food industries. In the present investigation, standardization of permeabilization process of novel yeast isolate was carried out using a statistical model approach known as Response Surface Methodology (RSM) to achieve maximal *b*-galactosidase activity. The optimum operating conditions for permeabilization process for optimal  $\beta$ -galactosidase activity obtained by RSM were 1:1 ratio of toluene (25%, v/v) and ethanol (50%, v/v), 25.0 °C temperature and treatment time of 12 min, which displayed enzyme activity of 1.71 IU /mg DW.

**Keywords:**  $\beta$ -galactosidase, optimization, permeabilization, response surface methodology, yeast.



## **INFLUENCE OF THE FIELD TYPE (MOUNTAIN AND PLAIN) ON THE CUPRIC STATUS OF LAMBS**

**Mouna Mallem, Majid Tlidjane**

Institute of Veterinary and Agricultural Sciences Veterinary Department. University of Batna,  
Batna

### **Abstract:**

The study realized on alive lambs in two different areas mountain and plain in Batna region, aims to demonstrate the possible effect of field type on cupric status of lambs, through evaluation of copper contents in the chain: soil – plant – animal by atomic absorption spectrophotometry. This comparative study also allowed the investigation of the influence of the age and the season. The results obtained show that contents of copper in the soil, forage in the same way as in the plasma of lambs are higher in the plain than in the mountainous area; however, the difference is significant only between the values of feed.

**Keywords:** Copper, Forage, Lambs, Plasma copper.

## **IMPROVEMENT OF FLAMMABILITY PROPERTIES OF NEW EPOXY COMPOSITES BY USING ALUMINUM HYDROXIDE WITH BORON-DERIVED COMPOUNDS**

**Assoc. Prof., SUHEYLA KOCAMAN<sup>1</sup>, PhD student, MELISA TEMIZ<sup>2</sup>, PhD student, MURAT IŞIK<sup>3</sup>, Prof. Dr., GULNARE AHMETLI<sup>4</sup>, Assoc. Prof., AYHAN ABDULLAH CEYHAN<sup>5</sup>, SEYMA KARAKAYA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
– 0000-0001-5199-8577

<sup>2</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
– 0000-0002-4049-8179

<sup>3</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
– 0000-0003-0576-1071

<sup>4</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
– 0000-0002-9381-4139

<sup>5</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
- 0000-0003-1592-5121

<sup>6</sup> Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
– 0009-0004-6954-8944

### **ABSTRACT**

Epoxy resin is one of the most important thermoset polymers used in different industrial branches. However, the fact that it is flammable, like most polymeric materials, limits the usage areas of epoxy resin. To overcome this situation in our study, we added different boron compounds, especially barium metaborate (BaMB), which we synthesized, and aluminum hydroxide (Al(OH)<sub>3</sub>) as a flame retardant to the epoxy matrix (ER). Thus, it aims to increase the flame retardancy of epoxy-based composites by using various boron-derived flame retardants and BaMB. Tincal (TNC) and colemanite (CLM), which are natural compounds containing boron oxide in different proportions in their structures, and borax obtained from tincal ore were also used as flame retardants and fillers. The composites' combustion properties were investigated by adding these additives to the epoxy resin at different ratios. Composites and additives were characterized by scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), and thermogravimetric analysis (TGA).

The combustion properties of the neat epoxy as well as the thermal properties have been improved significantly. The most suitable ER/CLM-BaMB-Al(OH)<sub>3</sub>-TNC ratio was found to be 15:5:15:15 wt% in terms of combustion properties. The combustion of this composite decreased in the first 30 s and extinguished in 65 s. Also, the burn area of this composite was



the smallest among others. As a result of TGA, obtained percentage values of chars were used for the calculation of composites' estimated *LOI* according to the Van Krevelen and Hoftyzer equation. The highest estimated *LOI* was found as 29.59 for the ER/CLM-BaMB-Al(OH)<sub>3</sub>-TNC composite.

**Keywords:** Boron compounds, aluminum hydroxide, epoxy composite, flame retardancy

## FAYLARLA İLİŞKİLİ JEOTERMAL SİSTEMLER VE ÇEVRESEL SORUNLAR

**Doç. Dr., Güllü KIRAT <sup>1</sup>, Doç. Dr., Serpil SAVCI <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0002-1167-0574

<sup>2</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0003-2015-2223

### ÖZET

Temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji, tüm dünyada binlerce yıldır kullanılmaktadır. Mevcut kaynaklara ve mevcut teknolojilere bağlı olarak, bu tür enerjiler farklı amaçlar için ve farklı şekillerde kullanılabilir. Bu kullanım çeşitliliği, jeolojik ve tasarlanmış jeotermal sistemlerin jeolojik konumlarına, oluşum yöntemlerine göre farklı şekillerdedir. Jeotermal sistem, kapalı bir alanda, ısıyı bir ısı kaynağından bir soğutucuya, genellikle serbest yüzeye aktaran, Dünya'nın üst kabuğundaki taşınan su olarak tanımlanabilir. Arap ve Afrika levhalarının çarpışması, Türkiye'de tektonik hareketlerin ve magmatizmanın oluşmasına neden olmuştur ve bu çarpışma, kuzeyde sağ yanal Kuzey Anadolu fayı ve güneyde sol yanal Doğu Anadolu fayı Anadolu bloğunun batıya kaçışına neden olmuştur. Türkiye'deki kaplıcaların dağılımı kabaca fay sistemleri, genç volkanizma ve hidrotermal olarak altere olmuş alanların dağılımı ile ilgilidir. Batı Anadolu bölgesinde, jeotermal kaynakların çoğu grabenleri (Simav, Alaşehir, Büyük Menderes) sınırlayan fay hatlarında ortaya çıkmışlardır. Doğrultu-atımlı KAFZ (Kuzey Anadolu Fay Zonu)'nda, birçok alanda termal suların yüzeye çıkmasında önemli rol oynamıştır. Jeotermal rezervuarlar, jeolojik ortama bağlı olarak birden fazla kayaç türünde bulunabilirler. Aktif volkanik tip jeotermal sistemlerde, rezervuar litolojileri tipik olarak riyolit, andezit, bazalt ve plütonlar dahil magmatik kayaçlardır; ancak metamorfize olmuş kayaçları da içerebilirler. Kızıldere jeotermal sahasında, çok sayıda kaplıca ve fumarol bulunmaktadır. Saha için en yüksek rezervuar sıcaklığı 242°C olup, Türkiye'de bilinen en yüksek rezervuar sıcaklığıdır. Jeotermal enerji, enerji üretimi, merkezi ısıtma, kimyasal üretim, kar eritme, balık üretimi, sanayi ve termal turizm gibi birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Jeotermal sular, yüksek miktarda element ve gaz içerir. Bu nedenle, Türkiye'de yüzey ve yeraltı suları gibi çevreyi ciddi şekilde etkileyebilirler.

**Anahtar Kelimeler:** Fay, Jeotermal sistem, Çevre

### GİRİŞ

Temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji, tüm dünyada binlerce yıldır kullanılmaktadır. Mevcut kaynaklara ve mevcut teknolojilere bağlı olarak, bu tür enerji farklı amaçlar için ve farklı şekillerde kullanılabilir. Bu kullanım çeşitliliği, jeolojik ve tasarlanmış jeotermal sistemlerin jeolojik konumlarına, oluşum yöntemlerine göre farklı şekilde bulunmaktadır (Anna Sowizdzal, 2022).

Jeotermal sistem, kapalı bir alanda, ısıyı bir ısı kaynağından bir soğutucuya, genellikle serbest yüzeye aktaran, Dünya'nın üst kabuğundaki taşınan su olarak tanımlanabilir (Hochstein, 1990). Bir jeotermal sistem üç ana unsurdan oluşur: ısı kaynağı, rezervuar ve ısıyı ileten taşıyıcı olan akışkan. Isı kaynağı, nispeten sığ derinliklere (5-10 km) ulaşan çok yüksek sıcaklıktaki (> 600 °C) bir magmatik kaynak veya derinlikle birlikte artan Dünya'nın normal sıcaklığı olabilir. Rezervuar, dolaşan sıvıların ısıyı çıkardığı sıcak geçirgen kayalardan oluşan bir hacimdir. Rezervuar genellikle geçirimsiz kayalardan oluşan bir örtü ile örtülür ve meteorik suların, rezervuardan doğal yollarla (örneğin kaynaklar yoluyla) kaçan veya sondaj kuyuları tarafından çıkarılan sıvıların yerini alabileceği veya kısmen değiştirebileceği yüzeysel bir yeniden doldurma alanına bağlanır. Jeotermal akışkan, sıcaklığa ve basınca bağlı olarak sıvı veya buhar fazında meteorik sudur. Bu suyun kimyasalları CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S gibi gazları içerir (Dickson ve Mario Fanelli). Şekil 1, ideal bir jeotermal sistemin basit bir temsidir (Pekçetinöz, 2020).

Yerkabuğunun derinliklerindeki ısı, jeotermal enerji olarak kırık ve geçirgen tabakalara doğru bir yayılım yapar. Bu jeotermal enerji yeraltındaki suyu ısıttıktan sonra, jeotermal sistemi meydana getirir (Aboud, 2016; Kırat ve Savcı, 2023a).

Jeotermal sistemler, yerkürenin çekirdeğinden yüzeye doğru olan ısı transferinin yüzeye yakın ifadesidir. Dünyanın iç ısısının büyük çoğunluğu yeraltında (>5 km) depolanır (Goldstein ve ark., 2018). Ancak, hidrotermal konveksiyon akımları sırasında sıcak su, doğal olarak geçirgen kayalardan ve yapılardan yukarıya doğru taşınır (Axelsson, 2010; Jolie ve ark., 2021).

Jeotermal enerji, tüm dünyada binlerce yıldır kullanılabilen yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır. Birçok teknolojiye ve kaynağa bağlı olarak, jeotermal sistemlerin oluşum yöntemlerine, jeolojik konumlarına ve bulunuşlarına göre değişik amaçlarda kullanılmaktadır (Kırat ve Savcı, 2023b).

Jeotermal rezervuarlar, jeolojik ortama bağlı olarak birden fazla kayaç türünde bulunabilirler (Moeck, 2014). Aktif volkanik tip jeotermal sistemlerde, rezervuar litolojileri tipik olarak riyolit, andezit, bazalt ve plütonlar dahil magmatik kayalardır; ancak metamorfize olmuş kayaları da içerebilirler (Elders ve Moore, 2016). Rezervuar litolojileri arasında, kıtasal

ortamlar ve magmatik kayalar (karbonatlar), metamorfik kayalar (karstik mermer, kuvarsit ve şist), volkanik kayalar (bazalt ve bazaltik andezit), plütonlar ve sedimanter kayalar (volkanoklastikler ) bulunabilir (Minissale, 1991; Goldscheider ve ark., 2010; Koçyiğit, 2015; Siler ve ark., 2016; Jolie ve ark., 2021).

Bu çalışmada faylarla ilişkili jeotermal sistemler ve çevresel sorunları araştırılmıştır.

## JEOTERMAL SİSTEMLERİN OLUŞMASI İÇİN GEREKEN KOŞULLAR

Jeotermal sistemlerin oluşması için gereken koşullar;

1. Yerkabuğunun derinliklerinde bulunan ısı kaynağı (magmatik faaliyetler),
2. Isının taşınması sırasındaki akışkanlar (meteorik sular),
3. Akışkanları içerisinde bulunduran rezervuar kayaç,
4. Isı kaybını önleyen örtü kayalar,
5. Soğuk suların yeraltına sızabileceği ve sıcak suların yeryüzüne çıkabileceği tektonik birimler (Şekil 1) (Pekçetinöz, 2020).



Şekil 1. Jeotermal sistemin oluşum modeli (Pekçetinöz, 2020).

## FAYLARLA İLİŞKİLİ JEOTERMAL SİSTEMLER

Afrika ve Avrasya levhalarının Mesozoyik'ten bu yana birbirlerine yaklaşması ile kıtasal parçaların çarpışması, deformasyonu ve rotasyonu, Alp-Himalaya kuşağında bulunan Türkiye'de tektonik hareketlerin ve magmatizmanın oluşmasına neden olmuştur (Dewey ve

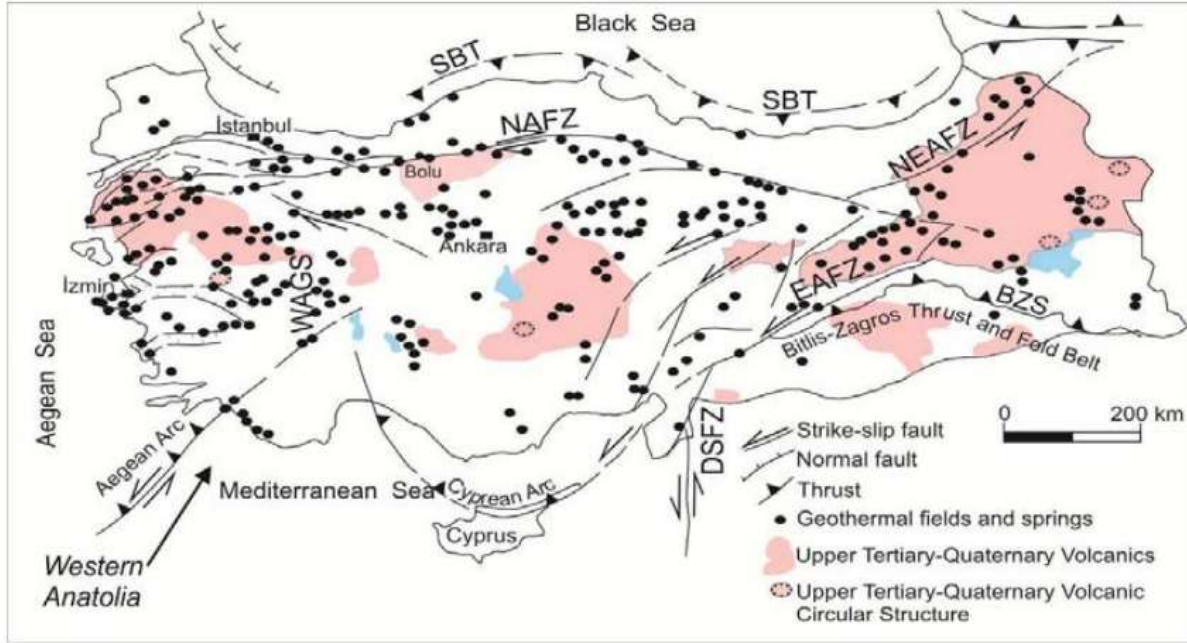


Şengör, 1979). Bu kıtasal levhaların sınırları aktif fayların ve genç volkaniklerin bulunduğu sismik kuşaklardır. Türkiye'deki jeotermal alanların çoğu bu kuşaklar üzerinde yer alan ana faylar üzerinde ve Neojen - Kuvaterner yaşlı volkanizmalarda görülür. Örneğin, Doğu Anadolu bölgesindeki jeotermal kaynaklar, Kağızman ve Çaldıran fayları gibi aktif fay sistemi ve Ağrı, Nemrut, Tendürek ve Süphan Yanardağları Neojen yaşlı volkanizma ile ilişkilidir (Aydın ve ark., 2020). İç Anadolu bölgesinde termal sular çoğunlukla aktif durumdaki yanardağların (Hasandağ) çevresinde yer almaktadır. Batı Anadolu bölgesinde jeotermal kaynakların çoğu grabenleri (Simav, Alaşehir, B. Menderes) sınırlayan fay hatlarında ortaya çıkmışlardır (Mutlu ve Güleç, 1998). Doğrultu-atımlı KAFZ (Kuzey Anadolu Fay Zonu)'nda, termal suların bir çok alanda yüzeye çıkmasında önemli rol oynamıştır (De Leew ve ark., 2010; Şentürk ve Mutlu, 2021).

## TÜRKİYE'DEKİ JEOTERMAL ALANLAR

Dünyanın sismik olarak en aktif bölgelerinden biri olan Anadolu bölgesi jeolojik ve tektonik yapısından dolayı, oldukça fazla jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Türkiye, Afrika ve Avrasya levhaları arasındaki kıta çarpışmasından kaynaklanan Akdeniz Deprem Kuşağı içinde yer almaktadır (Bozkurt, 2001). Bu levhaların sınırları, su ve ısı sirkülasyonunu sağlayan genç volkanikler ve aktif faylar sismik kuşakları oluşturmaktadır. Türkiye'deki kaplıcaların dağılımı kabaca fay sistemleri, genç volkanizma ve hidrotermal olarak altere olmuş alanların dağılımı ile örtüşmektedir (Şimşek ve ark., 2002). Türkiye'de jeotermal arama çalışmaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından 1962 yılında başlamıştır (Mutlu ve ark., 2014; Baba, 2015).

Ülke genelinde toplam 1.500 civarında termal ve mineralli su kaynağı bulunmaktadır (Şimşek ve ark., 2002; Şimşek, 2009) (Şekil 2) (Baba, 2015). Bu jeotermal kaynakların çoğu Türkiye'nin batısında görülmektedir. En yüksek (287 °C) sıcaklıklar Türkiye'nin batısında ölçülmüştür. Balçova'da (İzmir) Türkiye'nin en büyük kapalı yüzme havuzunun ısıtma sisteminde kullanılmaktadır (Parlaktuna, 2014). Afyon, Simav (Kütahya), Diyadin (Ağrı) ve Salihli (Manisa) gibi birçok şehir, son on yılda ısınma için jeotermal enerjiyi kullanmaktadır. Türkiye'de jeotermal enerji elektrik üretimi, sera ve merkezi ısıtma, endüstriyel prosesler ve balneoloji gibi çeşitli uygulamalarda da kullanılmaktadır (Şimşek, 2009; Baba ve Ármannsson, 2006; Baba, 2015).



Şekil 2. Türkiye'deki jeotermal alanların dağılımını gösteren tektonik harita (Baba, 2015).

**Şekil 2 için açıklama:** SBT: Güney Karadeniz Bindirmesi, KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, NEAFZ: Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, WAGS: Batı Anadolu Graben Sistemi, DSF: Ölü Deniz Fay Zonu, BZS: Bitlis-Zagros Sütürü (Baba ve Ármannsson, 2006; Şimşek ve ark., 2002; Yiğitbaş ve ark., 2004; Baba, 2015).

### Kızıldere Jeotermal Sahası

Kızıldere jeotermal sahası, Denizli'nin ~40 km batısında, Büyük Menderes Grabeni'nin doğu ucunda yer almaktadır. (Şimşek, 1985; Özgür ve ark., 1998; Şimşek ve ark., 2000a; Özgür, 2002). Bölgede çok sayıda kaplıca ve fumarol bulunmaktadır. Saha için en yüksek rezervuar sıcaklığı 242°C olup, Türkiye'de bilinen en yüksek rezervuar sıcaklığıdır. Kızıldere, Türkiye'de faaliyet gösteren en eski jeotermal santralini barındırmaktadır. TEAŞ (Türkiye Elektrik Kurumu) 20 MWe kapasiteli santrali 1984 yılında kurulmuştur. Bölgedeki örtü kayaçları geçirimsiz killi (Pliyosen) çökeller oluşturmaktadır. Fayların çok fazla sayıda olması, jeotermal sınırların yükselişini kolaylaştırmaktadır (Faulds ve ark., 2009).

### Germencik - Ömerbeyli Jeotermal Sahaları

Germencik jeotermal sahaları en az ~6 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Üç ayrı alanı içermektedir: 1) kuzeydoğuda Bozköy; 2) Kuzeybatıda Çamurlu-Kavşak ve 3) Güneyde Germencik Ömerbeyli (Şimşek, 1984, 2003; Şimşek ve Güleç, 1994; Battocletti ve Lawrence,

1999). Bu sahalarda fumaroles, kaplıcalar ve hidrotermal alterasyonlar yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Jeotermal işletmeden önce aktif olan Aktaş fumarölü (101 °C), Germencik ilçesinin 3 km kuzeydoğusunda yer almaktadır. Sıcaklığı 30-92 °C olan kaplıcalar, Germencik'in ~6 km kuzeyinde, Çamur-Bozköy sahasında bulunmaktadır (Şimşek ve Güleç, 1994; Faulds ve ark., 2009).

### **Salihli Jeotermal Sahaları**

Salihli bölgesindeki Kurşunlu ve Çamurhamamı termal-maden suları banyo ve şifalı amaçlarla kullanılmaktadır. Ancak Kurşunlu'dan gelen bu sular Salihli'de 5.000 konutun ısıtma sisteminde de kullanılmaktadır. Kurşunlu'daki ana üretim kuyularının toplam deşarj oranı 145 l/s'dir. Merkezi ısıtma için ortalama üretim sıcaklıkları ~90°C'dir (Faulds ve ark., 2009).

### **Simav-Eynal Jeotermal Sahaları**

Simav-Eynal jeotermal sahası, Simav grabeninin kuzeydoğusunda ve yaygın olarak Eynal jeotermal sahası olarak anılır. Eynal jeotermal sahası şu anda 1) Simav şehri için bölgesel ısıtma sistemini, 2) kaplıca turizmini ve 3) sera tarımını desteklemektedir. Kuyu altı sıcaklıkları ~150 ile 165°C (Köse, 2007) ve ampirik kimyasal jeotermometrelerde 175 ile 200°C arasında değişmektedir (Gemici ve Tarcan, 2003; Faulds ve ark., 2009).

## **JEOTERMAL SİSTEMLER VE ÇEVRESEL SORUNLAR**

Jeotermal enerji, enerji üretimi, merkezi ısıtma, kimyasal üretim, kar eritme, balık üretimi, sanayi ve termal turizm gibi birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Jeotermal sular, yüksek miktarda element ve gaz içerir. Bu nedenle, Türkiye'de yüzey ve yeraltı suları gibi çevreyi ciddi şekilde kirletebilir. Yüksek çözünmüş bileşenlerin ve termal içeriği ile jeotermal akışkanın kontrolsüz bir şekilde bertaraf edilmesi, çevre üzerinde önemli etkilere sahiptir. Türkiye'de gelişen jeotermal enerji uygulamalarına paralel olarak, sondaj aşamasında da ciddi çevre sorunları ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, bir jeotermal sondaj makinesinin patlaması sonucu Gediz Grabeninde (Türkiye'nin batısı) önemli termal ve kimyasal kirlenmeye neden olmuştur. Ayrıca, sondaj sahası, patlama sonucu zarar görmüş üzüm tarlaları ile çevrilidir. Kontrolsüz jeotermal akışkanların püskürmeleri, yeraltı su kaynaklarını etkilediğini de göstermektedir (Baba ve Murathan, 2013). Jeotermal tuzlu sudaki ana kabuklanma türleri tipik olarak kalsiyum, silika ve sülfür bileşiklerini içermektedir. Özellikle Türkiye'nin batısında karbonat artışı gözlenmiştir. İç Anadolu'daki jeotermal sahalardaki kalsit ve aragonit esas

bileşenlerhaline gelmiştir. Türkiye'nin kuzeybatısındaki jeotermal sistemlerde ana bileşen olarak saponit/hektorit benzeri amorf yapı, katmanlı çift hidroksit ve demir silisit çökelmiştir (Doğan ve ark., 2014; Baba ve ark., 2015).

## SONUÇ

Temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji, tüm dünyada binlerce yıldır kullanılmaktadır. Mevcut kaynaklara ve mevcut teknolojilere bağlı olarak, bu tür enerjiler farklı amaçlar için ve farklı şekillerde kullanılabilir. Jeotermal sistem, kapalı bir alanda, ısıyı bir ısı kaynağından bir soğutucuya, genellikle serbest yüzeye aktaran, Dünya'nın üst kabuğundaki taşınan su olarak tanımlanabilir.

Türkiye'deki kaplıcaların dağılımı kabaca fay sistemleri, genç volkanizma ve hidrotermal olarak altere olmuş alanların dağılımı ile ilgilidir. Batı Anadolu bölgesinde, jeotermal kaynakların çoğu grabenleri (Simav, Alaşehir, Büyük Menderes) sınırlayan fay hatlarında ortaya çıkmışlardır. Doğrultu-atımlı KAFZ (Kuzey Anadolu Fay Zonu)'nda, birçok alanda termal suların yüzeye çıkmasında önemli rol oynamıştır. Aktif volkanik tip jeotermal sistemlerde, rezervuar litolojileri tipik olarak riyolit, andezit, bazalt ve plütonlar dahil magmatik kayalardır; ancak metamorfize olmuş kayaları da içerebilirler. Kızıldere jeotermal sahasında, çok sayıda kaplıca ve fumarol bulunmaktadır. Saha için en yüksek rezervuar sıcaklığı 242°C olup, Türkiye'de bilinen en yüksek rezervuar sıcaklığıdır. Jeotermal sular, yüksek miktarda element ve gaz içermektedir. Bu nedenle, Türkiye'de yüzey ve yeraltı suları gibi çevreyi ciddi şekilde etkileyebilirler.

## KAYNAKLAR

(Hochstein, 1990).

Aydın, H., Karakuş, H., Mutlu, H. Hydrogeochemistry of geothermal waters in eastern Turkey: geochemical and isotopic constraints on water-rockinteraction. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 390, Article 106708. 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.106708>

Axelsson, G. Sustainable geothermal utilization – case histories; definitions; research issues and modelling. *Geothermics* 39, 283–291, 2010.

Baba, A. Application of geothermal energy and its environmental problems in Turkey. *Int. J. Global Environmental Issues*, Vol. 14, Nos. 3/4, 2015.

Baba, A., Ármannsson, H. Environmental impact of the utilization of a geothermal area in Turkey, *Energy Source*, Vol. 1, No. 3, pp.267–278, 2006.

- Baba, A., Murathan, A. Effect of geothermal fluid on groundwater quality in Gediz Graben, Western Turkey, ICWEE'2013, The 2nd International Conference on Water, Energy & Environment, Kuşadası, Turkey, 21–24 September, No. 272, pp.1–28, 2013.
- Baba, A., Demir, M.M., Koç, G.A., Tuğcu, C. Hydrogeological properties of hypersaline geothermal brine and application of inhibiting siliceous scale via pH modification, *Geothermics*, Vol. 53, pp.406–412, 2015.
- Bartocletti, E., Geothermal resources in Turkey: Bob Lawrence & Associates, Inc., Report No. INEEL/EXT-99-01282, 68 p, 1999.
- Bozkurt, E. Neotectonics of Turkey – a synthesis, *Geodinamica Acta*, Vol. 14, Nos. 1–3, pp.3–30, 2001.
- De Leew, G. A. M., Hilton, D. R., Güleç, N., Mutlu, H. Regional and temporal variations in CO<sub>2</sub>/3He, 3He/4He and d13C along the North Anatolian Fault Zone, Turkey. *Applied Geochemistry*, 25, 524-539, 2010.
- Dewey, J. F., Şengör, A. M. C. Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. *Geological Society of America Bulletin*, Part I, 90, 84–92, 1979.
- Doğan, I., Demir, M., Baba, A. Scaling problem of the geothermal system in Turkey', in Baba, A., Bundschuh, J. and Chandrasekharam, D. (Eds.): *Geothermal Systems and Energy Resources: Turkey and Greece*, pp.225–232, Series: Sustainable Energy Development 7, CRC Press, 2014.
- Elders, W. A., Moore, J. N. in *Geothermal Power Generation Ch. 2* (ed. DiPippo, R.) 7–32 (Woodhead Publishing, 2016).
- Faulds, J.E., Bouchot, V., Moeck, I., Oğuz, K., Structural controls of geothermal systems in western Turkey: A preliminary report. *Geothermal Resources Council Transactions*, 33, 375-383, 2009.
- Gemici, U., Tarcan, G., Hydrogeochemistry of the Simav geothermal field, western Anatolia, Turkey: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 116, n. 3-4, p. 215-233, 2003.
- Goldscheider, N., Szonyi, J. M., Eross, A., Schill, E. Thermal water resources in carbonate rock aquifers. *Hydrogeol. J.* 18, 1303–1318, 2010.
- Goldstein, B. et al. in *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation Ch. 4* (eds Goodfellow, I., Bengio, Y. & Courville, A.) (MIT Press, 2018).
- Hochstein, M.P. Classification and assessment of geothermal resources. In: Dickson, M.H., Fanelli, M. (Eds.), *Small geothermal resources*. UNITAR/UNDP Centre for Small Energy Resources, Rome, Italy, 1990.
- Jolie, E., Scott, S., Faulds, J. *et al.* Geological controls on geothermal resources for power generation. *Nat Rev Earth Environ* 2, 324–339, 2021. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00154-y>

Kırat G ve Savcı, S. 2023a. Jeotermal Enerji Sistemleri ve Kullanım Alanları, Avrasya 7th International Conference on Applied Sciences March 10-12, 2023 – Budapest, 503-510

Kırat G ve Savcı, S. 2023b. Termal Sular ve Balneoloji, Balkan 7th International Conference on Applied Sciences February 3-5, Skopje, 240-244

Koçyiğit, A. An overview on the main stratigraphic and structural features of a geothermal area: the case of Nazilli-Buharkent section of the Büyük Menderes Graben, SW Turkey. *Geodin. Acta* 27, 85–109, 2015.

Kose R., Geothermal energy potential for power generation in Turkey: A case study in Simav, Kutahya: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.11, no. 3, p. 497-511, 2007.

Minissale, A. The Larderello geothermal field: a review. *Earth Sci. Rev.* 31, 133–151, 1991.

Moeck, I. S. Catalog of geothermal play types based on geologic controls. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 37, 867–882, 2014.

Mutlu, H., Güleç, N. Hydrogeochemical outline of thermal waters and geothermometry applications in Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 495-515, 1998.

Mutlu H., Güleç, N., Hilton, D.R. Chemical and isotopic constraints on the origin of thermal waters in Anatolia, Turkey: fluid-mineral equilibria approach', Baba, A., Bundschuh, J. and Chandrasekharam, D. (Eds.): *Geothermal Systems and Energy Resources*, CRC Press, 2014.

Özgür, N. Geochemical Signature of the Kizildere Geothermal Field, Western Anatolia, Turkey: *International Geology Review*, v. 44, p. 153-163, 2002.

Özgür, N., Pekdeger, A., Wolf, M., Stichler, W., Seiler, K.-P., Satir, M. Hydrogeochemical and isotope geochemical features of the thermal waters of Kizildere, Salavatli, and Germencik in the rift zone of the Büyük Menderes, western Anatolia, Turkey: Preliminary studies, in Arehart, G. B., and Hulston, J. R., eds., *Proceedings of 9th International Symposium on Water-Rock Interaction*, Taupo, New Zealand, 30 March – 3 April 1998, p. 645–648, 1998a.

Parlaktuna, M. Balçova geothermal field district heating system: lessons learned from 16 years application', Baba, A., Bundschuh, J. and Chandrasekharam, D. (Eds.): *Geothermal Systems and Energy Resources*, CRC Press, 2014.

Pekçetinöz, B. İzmir ve Civar Körfezlerdeki Jeotermal Alanların Araştırılması (Gülbahçe Körfezi Örneğinde). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Programı, 191s., 2020.

Siler, D. L., Hinz, N. H., Faulds, J. E. & Queen, J. in *Proceedings of the 41st Workshop on Geothermal Reservoir Engineering*, 2016.

Simsek, S, Yildirim, N., Simsek, Z.N., Karakus, H. Changes in geothermal resources at earthquake regions and their importance, *Proceedings of Middle Anatolian Geothermal Energy and Environmental Symposium*, pp.1–13, 2002.

Şimşek, S. Geothermal energy development possibilities in Turkey, NUMOW Conference on Geothermal Energy in Turkey, Potsdam-Germany, 1 October, pp.1–6, 2009.

Sowizd'zał, A. Geothermal Systems—An Overview. *Energies* 2022, 15, 6377. <https://doi.org/10.3390/en15176377>

Şentürk N., Mutlu, H. Uludağ'ın (Bursa) Güneybatısındaki Jeotermal Kaynak ve Madensularının Kökenine Jeokimyasal Bir Yaklaşım, *Türkiye Jeoloji Bülteni*. 64, 2021. 233-248 doi: 10.25288/tjb.865944

Şimşek, S. Aydın-Germencik-Omerbeyli geothermal field of Turkey: Seminar on Utilization of Geothermal Energy for Electric Power Production and Space Heating; UN Economic Commission for Europe EP/ SEM.9/R.37, Florence, Italy, p.1–30, 1984.

Şimşek, S. Geothermal model of Denizli, Sarayköy-Buldan area: *Geothermics*, v. 14, p. 393–417, 1985.

Şimşek, S. Hydrogeological and isotopic survey of geothermal fields in the Büyük Menderes Graben, Turkey: *Geothermics*, v. 32, n. 4-6, p. 669-678, 2003.

Şimşek, S., Gulec, N. Geothermal fields of western Anatolia, excursion guide: International Volcanological Congress, Middle Eastern Technical University, IAVECEI-94, Ankara Special Publications No. 8, 35 p, 1994.

Şimşek, S., Dogdu, M.S., Akan, B., Yildirim, N., Chemical and isotopic survey of geothermal reservoirs in western Anatolia, Turkey: *Proceedings of the World Geothermal Congress, Kyushu-Tohoku, Japan, May 28-June 10, 2000*, p. 1765-1770, 2000a.

Yigitbas, E., Elmas, A., Sefunc, A., Ozer, N. Major neotectonic features of eastern Marmara region, Turkey: development of the Adapazari-Karasu corridor and its tectonic significance, *Geological J.*, Vol. 39, No. 2, pp.179–198, 2004.

## ALÜMİNYUMUN ÇEVRESEL ETKİLERİ

**Doç. Dr., Serpil SAVCI<sup>1</sup>, Doç. Dr., Güllü KIRAT<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, - 0000-0003-2015-2223

<sup>2</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 0000-0002-1167-0574

### ÖZET

Alüminyum, oksijen ve silisyumdan sonra yer kabuğunda en çok bulunan üçüncü elementtir. Alüminyum aktif bir metaldir, yani diğer elementlerle reaksiyona girer veya onlarla bileşik oluşturabilir. Bu nedenle doğada nadiren bulunur. Çok sayıda cevherde farklı minerallerle birleşik yapmış halde bulunmaktadır. Doğada boksit cevheri en yaygın alüminyum kaynağı olarak bilinmektedir. Alüminyum, düşük yoğunluğa sahip olması, kolay işlenebilirliği ve iletkenliği nedeniyle binlerce yıldır havacılık araçlarından ambalaj sektörüne kadar hayatın pek çok alanında kullanılan bir ağır metaldir. Tüm proseslerde olduğu gibi alüminyum üretimi için gerekli olan aşamalarda da çevresel kaynaklardan yararlanılmakta ve üretim artıkları çevreye verilmektedir. Alüminyum, madencilik gibi proseslerin atık sularından da çevreye yayılan kirleticilerden birisidir. Atık sularla birlikte alüminyum işleme tesislerinden havaya da alüminyum tozu karışabilmektedir. Bu kirli havanın solunması sonucu canlılarda akciğerlere zarar verebilmektedir. Canlı organizmalara ağız, deri ve solunum yolu ile alınıp vücutta birikebilir. İnsanların temas ettiği en büyük alüminyum kaynağı yiyeceklerdir. Alüminyum, yer kabuğunda en bol bulunan elementlerden biridir, bu nedenle çoğu gıda ürününde, özellikle kurutulmuş otlar ve baharatlarda bulunur. Ayrıca, bu metal içme suyunda bulunur ve canlılar tarafından büyük miktarlarda tüketilebilir. Kozmetik sanayinde de yoğun şekilde kullanılan alüminyum özellikle deodorantlarda bulunmaktadır. Ayrıca insanoğluna yaşamı boyunca uygulanan aşuların içeriğinde de alüminyum olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalar alüminyumun vücutta birikimi sonucunda Parkinson, Alzheimer, kemik hastalıkları, böbreklerde hasar ve anemi gibi çeşitli hastalıkların etkilerini göstermektedir. Bu bildiride alüminyumun genel özellikleri, çevrede bulunuşu, maruziyet yolları ve insanlar üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çevre, kirlilik, ağır metal.

### ABSTRACT

Aluminum is the third most abundant element in the earth's crust after oxygen and silicon. Aluminum is an active metal, meaning it can react with or form compounds with other elements. Therefore, it is rarely found in nature. It is found in many ores combined with different minerals. Bauxite ore is known as the most common source of aluminum in nature. Aluminum is a heavy metal that has been used in many areas of life from aviation vehicles to packaging industry for thousands of years due to its low density, easy processing and conductivity. As in all processes, environmental resources are used in the stages required for aluminum production and production residues are given to the environment. Aluminum is one of the pollutants emitted to



the environment from the wastewater of processes such as mining. Aluminum dust can be mixed into the air from aluminum processing plants along with waste water. As a result of breathing this polluted air, it can damage the lungs of living things. It can be taken to living organisms by mouth, skin and respiratory tract and accumulate in the body. The largest source of aluminum that humans come into contact with is food. Aluminum is one of the most abundant elements in the earth's crust, so it is found in most food products, especially dried herbs and spices. Also, this metal is found in drinking water and can be consumed in large quantities by living things. Aluminum, which is used extensively in the cosmetics industry, is especially found in deodorants. It is also known that there is aluminum in the content of vaccines administered to human beings throughout their lives. Studies show the effects of various diseases such as Parkinson's, Alzheimer's, bone diseases, kidney damage and anemia as a result of the accumulation of aluminum in the body. In this paper, the general properties of aluminum, its presence in the environment, exposure routes and its effects on humans were investigated.

**Keywords:** Environment, pollution, heavy metal.

## GİRİŞ

Alüminyum, yaygın olarak kullanılan çağdaş yaşamda her yerde bulunan bir elementtir. Doğal formda yer kabuğunda büyük miktarlarda bulunmaktadır. Madencilik sektöründen alüminyum işleyen farklı tesislere kadar çok sayıda tesis atık su üretmektedir. Endüstriyel faaliyetlerdeki yoğunlaşma ile birlikte su kirliliği de katlanarak artmaktadır. Bu atıkların atıksu arıtma tesislerinde yetersiz bertarafı, su sistemlerini, toprağı, bitkileri ve canlıları etkileyen çeşitli çevresel sorunlara neden olmaktadır (Costa ve ark., 2021; Çakanyıldırım ve Gürü, 2021).

Su kütlelerinde ve endüstriyel atıklarda tolere edilebilen maksimum alüminyum miktarı, ülkeler arasında küçük farklılıklar olmakla birlikte, çevresel denetim kuruluşları tarafından belirlenmektedir. Özellikle içme suyunda tolere edilen bu metalin maksimum miktarı, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi sağlık alanıyla bağlantılı ulusal ve uluslararası hükümet sektörleri tarafından kontrol edilmektedir (Costa ve ark., 2021; Dyke ve ark., 2021).

Alüminyum, yüksek iletkenlik, işlenebilirlik ve korozyon direnci gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı birçok endüstriyel sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Makine ve inşaat endüstrilerinde, alüminyum esas olarak metal alaşımlarını oluşturmak için kullanılır. İlaç endüstrisinde ise kullanımı ambalaj, antasitler ve aşılarla odaklanmıştır. Alüminyum ayrıca tekstil endüstrisinde deri için tabaklama maddesi olarak kullanılır (Costa ve ark., 2021; Klotze, K. Weisteinhöfer, 2017).

Kirlenmiş ortamlarda maruz kalmanın yanı sıra, insanlar da önemli miktarlarda bu metal iyonunu içeren deodorantlar ve antasitler gibi ürünlerin günlük kullanımı yoluyla alüminyum iyonlarına maruz kalmaktadır. Alüminyum içeren gıda katkı maddeleri de özellikle fırıncılık endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, 2019'dan beri Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) kimyasal katkı maddeleri uzman komitesi, çeşitli gıda kategorilerinde kullanımını önermemektedir. Normalde, metal kontaminasyonunun ana yolları ağız ve solunum

yolu olup, günlük tüketilen alüminyumun %95'inden fazlası, bir tür böbrek yetmezliği olan kişiler veya bir yaşından küçük çocuklar dışında, üriner sistem tarafından hızla elimine edilir. 60 yaşın üzerindeki yetişkinler, bu durumda, alüminyumun ağızdan alımı oldukça zararlı olabilir, kan dolaşımına emilen metal esas olarak kemiklerde birikme eğilimindedir (Krewski ve ark., 2007; Skibniewska ve ark., 2019).

Bu bildiride alüminyumun genel özellikleri, çevrede bulunuşu, maruziyet yolları ve insanlar üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

## ALÜMİNYUMUN GENEL ÖZELLİKLERİ

Alüminyum simgesi Al ve atom numarası 13 olan elementtir. Oksidasyona karşı dirençli ve doğada boksit cevheri halinde bulunmaktadır. Mat gümüşümsü renkte, hafif ve yumuşak bir metaldir. Alüminyum, teneke kutular, folyolar, mutfak gereçleri, pencere çerçeveleri, bira fiçileri ve uçak parçaları gibi çok çeşitli ürünlerde kullanılmaktadır. Bu, kendine özgü özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Düşük yoğunluğa sahiptir, toksik değildir, yüksek termal iletkenliğe sahiptir, mükemmel korozyon direncine sahiptir ve kolayca dökülebilir, işlenebilir ve şekillendirilebilir. Ayrıca manyetik değildir ve kıvılcım çıkarmaz. İkinci en yumuşak metal ve en sünek altıncı metaldir (<https://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium#:~:text=It%20has%20low%20density%2C%20is,and%20the%20sixth%20most%20ductile.>).

Alüminyumun kendisi özellikle güçlü olmadığı için genellikle bir alaşım olarak kullanılır. Uçakların ve diğer ulaşım araçlarının yapımında büyük önem taşımaktadır (<https://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium#:~:text=It%20has%20low%20density%2C%20is,and%20the%20sixth%20most%20ductile.>).

Alüminyum elektriği çok iyi iletir ve genellikle elektrik iletim hatlarında kullanılır. Bakırdan daha ucuzdur ve neredeyse iki kat daha iyi bir iletkendir (<https://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium#:~:text=It%20has%20low%20density%2C%20is,and%20the%20sixth%20most%20ductile.>).

Alüminyum, vakumda buharlaştırıldığında hem ışık hem de ısı için oldukça yansıtıcı bir kaplama oluşturur. Gümüş kaplama gibi bozulmaz. Bu alüminyum kaplamalar, teleskop aynaları, dekoratif kağıtlar, paketler ve oyuncaklar dahil olmak üzere birçok kullanım alanına sahiptir (<https://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium#:~:text=It%20has%20low%20density%2C%20is,and%20the%20sixth%20most%20ductile.>).

## ALÜMİNYUMUN İNSAN ve ÇEVRE ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

İnsan vücudu, yiyeceklerle alınan alüminyumun yalnızca küçük bir miktarını emmektedir. Ortalamanın üzerinde alüminyum içeren yiyecekler çay, işlenmiş peynir, mercimek ve pandispanyadır (kabartma maddesinden geliyorsa). Asitli yiyeceklerin pişirilmesi dışında, alüminyum tavalarda pişirmek, diyetteki miktarı büyük ölçüde artırmaz. Bazı hazımsızlık

tabletleri saf alüminyum hidroksittir (<https://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium#:~:text=It%20has%20low%20density%2C%20is,and%20the%20sixth%20most%20ductile.>).

Alüminyum (Al), yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu, uzun süredir suda yaşayan tatlı su organizmaları için toksik bir madde olarak kabul edilmektedir. Örneğin Al açısından zengin proses suyunun aşağı yönlü endüstriyel nokta kaynaklarından deşarj edilmektedir. Günümüzde alüminyumun çevresel etkileri esas olarak asidik çökeltmenin bir sonucudur; havzaların asitlenmesi, toprak çözültisinde ve tatlı sularda artan Al konsantrasyonlarına yol açmaktadır. Hem su hem de kara ekosistemlerinin büyük bölümleri etkilenmektedir. Su ortamında, alüminyum, balıklar ve omurgasızlar gibi solungaçlı hayvanlar üzerinde, boşaltım yol açan plazma ve hemolimf iyonlarının kaybına neden olarak toksik bir madde görevi görmektedir. Balıklarda, inorganik (kararsız) monomerik alüminyum türleri, iyonların aktif alımında önemli olan solungaç enzimlerinin aktivitelerini azaltmaktadır. Diyetle organik olarak komplekslenmiş alüminyum, belki de diğer kirleticilerle sinerjistik etkilere sahip olabilir, kolayca emilebilir ve memelilerde ve kuşlarda önemli metabolik süreçlere müdahale edebilir. Kara bitkilerinin mikoriza ve ince kök sistemleri, yüksek seviyelerde inorganik monomerik alüminyumdan olumsuz etkilenir. Hayvanlarda olduğu gibi, alüminyumun birincil etkisi, besinlerin alınması için önemli olan enzim sistemleri üzerinde görünmektedir. Alüminyum bitkilerde birikebilir. Alüminyumla kirlenmiş omurgasızlar ve bitkiler bu nedenle alüminyumun karasal gıda zincirlerine girmesi için bir bağlantı olabilir (Rosseland ve ark., 1990; Donoghue ve ark., 2011).

Alüminyum dünya çapında son derece yaygındır ve çevresel veya alkali koşullar altında zararsızdır. Bununla birlikte, asidik ortamlarda, birçok bitki ve suda yaşayan organizma için önemli bir sınırlayıcı faktör olabilir (Sparling ve Lowe, 1996; John ve ark., 1974; Kawahara ve Negishi, 2011).

Günümüzde alüminyum az ya da çok herkesi etkileyen önemli bir sağlık sorunudur. Bazı araştırmalar, Alzheimer veya diğer otoimmün hastalıklar kadar ciddi hastalıklarla ilişkilendirir. Alüminyum ile ilgili temel sorun, genellikle tükettiğimiz yerlerde ve ürünlerde bulunması, yiyeceklerde, solunumda veya cilt ile temasında bulunabilmesidir. Çeşitli bilim adamları alüminyum otoimmün hastalıklar ve Alzheimer hastalığı ile ilişkilendirmiştir. Alüminyumun insan vücudu üzerindeki diğer etkileri demans, hafıza kaybı ve hatta merkezi sinir sistemi hasarını içerir. (<https://siliciumg5.com/blog/en/what-effects-does-aluminum-have-on-the-human-body/>). Ayrıca hemodiyaliz hastalarında kemikte alüminyum birikmesine bağlı toksisite görülebilir. Bunun yanında Alüminyum toksisitesine bağlı koordinasyon azlığı, hafıza kaybı, denge problemleri görülebilir. Alüminyum toksisitesi kemik ağrısı, proksimal kas güçsüzlüğü, mental durum değişiklikleri ve prematür osteoporozla seyredebilir (Akbal ve ark., 2015; Nayak, 2002).

## SONUÇ

Endüstrileşmenin artmasıyla birlikte ağır metal kullanımı ve dolayısıyla insanlara bu metallere olan maruziyeti artmıştır. Alüminyumun bir çok üründe örneğin, kozmetik, ilaç, kahve, hazır gıdalar, tütün, aşılarda ve bebek mamalarında bulunması maruziyeti artırmaktadır. İçme sularında

standart değerlerin üzerinde bulunması, o suyu içen canlılar üzerinde sağlık sorunları oluşturabilmektedir. Parkinsandan Alzheimer'a kadar çok sayıda hastalığın sebebi olabilmektedir. Alüminyuma maruziyetin azaltılması ve gerekli önlemlerin alınması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

Akbal, A., Reşorlu, H., Savaş, Y. Ağır Metallerin Kemik Doku Üzerine Toksik Etkileri, Turkish Journal of Osteoporosis, 21, 30-33, 2015.

Çakanyıldırım Ç., Gürü M., Alüminyum Üretim Teknolojilerindeki Gelişmeler, Çevreye Etkisi Ve Uygulama Alanları, Politeknik Dergisi, 24(2): 585-592, 2021.

Donoghue A.M, Frisch N., Ison M., Walpole G., Capil R., Curl C., Di Corleto R., Hanna B., Robson R., Viljoen D. Occupational asthma in the aluminum smelters of Australia and New Zealand: 1991–2006. Am J Ind Med 54(3):224–231, 2011.

Krewski, D., Yokel, R., Nieboer, E., Borchelt, D., Cohen, J., Kacew, S., Lindsay, J., Mahfouz, A. M., Rondeau, V., Krewski, D., et al., Human Health Risk Assessment For Aluminium, Aluminium Oxide, and Aluminium Hydroxide., 10, 2007.

Kawahara M., Kato-Negishi M. Pathogenesis of Alzheimer's disease: the integration of the aluminum and amyloid cascade hypotheses. Int J Alzheimers Dis, Article ID 276393, 17, 2011.

Klotze, K. Weisteinhöfer, W., et al. The Health Effects of Aluminum Exposure. Deutsches Ärzteblatt International, 114 (39): 653-659, 2017.

Nayak., P. Aluminum: Impacts and Disease, Environmental Research Section A 89, 101 } 115, 2002.

Royal Society of Chemistry (2023). <https://www.rsc.org/periodic-table/element/13/aluminium#:~:text=It%20has%20low%20density%2C%20is,and%20the%20sixth%20most%20ductile.> (Erişim Tarihi:24.03.2023).

Rosseland, B. O., Eldehuset, T. D., Staurnes, M. Environmental effects of aluminium, Environ Geochem Health. Mar; 12(1-2):17-27, 1990.

Skibniewska, E., Skibniewski, M.. Mammals and Birds as Bioindicators of Trace Element Contaminations in Terrestrial Environments, Springer International Publishing, Cham, 413–462, 2019.

Sparking, D.W., Lowe, T. P. Environmental hazards of aluminum to plants, invertebrates, fish, and wildlife. Rev Environ Contam Toxicol., 145:1-127, 1996.

Sorenson, J. R. J., Campbell, I. R., Tepper, L. B., Lingg., R. D. Aluminum in the Environment and Human Health, Environmental Health Perspectives, 8, 3-95, 1974.



Van Dyke, N., Yenugadhati, N., Birkett, N.J., Lindsay, J., Turner, M. C., Calvin C. Willhite, C. C., Krewsk, D. Association Between Aluminum In Drinking Water And Incident Alzheimer's Disease In The Canadian Study Of Health And Aging Cohort, Neurotoxicology 83 (2021) 157–165, 2021.

<https://siliciumg5.com/blog/en/what-effects-does-aluminum-have-on-the-human-body/>. (Erişim Tarihi:24.03.2023).

## EXPERIMENTAL MODAL ANALYSIS OF NATURAL FIBER REINFORCED ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE (ABS) THERMOPLASTIC BIOCOMPOSITES

Araş. Gör., Osman ÖZENÇ<sup>1</sup>, Doç. Dr., Mirali NURALIYEV<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif DÜNDAR<sup>3</sup>, Doç. Dr. Davut Erdem ŞAHİN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok University, College of Engineering, - 0000-0003-3455-9411

<sup>2</sup>Yozgat Bozok University, College of Engineering, - 0000-0002-3063-8414

<sup>3</sup>Yozgat Bozok University, College of Engineering, - 0000-0001-5463-6774

<sup>4</sup>Yalova University, College of Engineering, - 0000-0001-6770-7252

### ABSTRACT

A very limited exploratory research has been conducted to elucidate the natural particle addition effects on the dynamic characteristics of polymers including natural frequency, mode shape, and damping ratio. In response to this, the present study has been dedicated to the examination of the effect of added hemp fiber particles on the modal parameters of an industrially important Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) thermoplastic. Biocomposites were fabricated by incorporating hemp particles into ABS at three various weight fractions (1%, 5%, and 10 %). Modal testing aiming to measure the associated dynamic modal parameters was performed on both the rectangular neat ABS and ABS biocomposites with a dimension of 120x145 mm by using a roving impact hammer method with a fixed response measurement point. A one-edge clamped boundary condition was successfully applied to the testing specimens. The modal test results revealed that the incorporation of hemp particles generally enhances the modal parameters of neat ABS such as the first three natural frequencies and associated damping ratios. The experimental results also put forth that the mentioned modal parameters tend to improve considerably with increasing particle content. Regardless of the particle weight fraction, it was found that the incorporation of hemp particles possesses an insignificant influence on the patterns of the first three mode shapes of neat ABS.

**Keywords:** Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS), Hemp, Biocomposites, Experimental modal analysis, Natural frequency, Mode shape, Damping ratio.

### INTRODUCTION

Polymer materials have been used for various applications for over a century. The invention of synthetic polymers in the 20th century revolutionized the industry due to their low cost, versatility, and easy processing. Polymers find wide-ranging applications in various industries,

including but not limited to the automotive, packaging, construction, and electronics industries. Among them, The Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) copolymer, formed by the combination of acrylonitrile, butadiene, and styrene monomers, is extensively utilized in various industries owing to its exceptional mechanical properties such as high impact resistance, stiffness, toughness, and good dimensional stability[1–3]. The properties of the ABS polymer are greatly influenced by the concentration and arrangement of these monomers. The ratio of these monomers in the polymer chain can be adjusted to tailor the material properties according to the desired application[4]. Besides, addition of reinforcing materials such as fibers or particles enhances the strength, stiffness, and toughness of ABS [5–11].

The environmental damage caused by the waste of ABS and other synthetic chemical materials produced in a similar manner has become an undeniable problem in today's world, in parallel with the increasing volume of their use. ABS has been identified as a possible environmental hazard owing to its non-biodegradable nature. When disposed of improperly, ABS can contribute to plastic pollution in the environment. Moreover, when burned, ABS can release hazardous chemicals such as styrene and acrylonitrile, leading to air pollution and associated health risks[1,12]. Therefore, natural fiber-reinforced ABS composites have gained popularity due to their sustainability and eco-friendliness[13–18]. The addition of natural fibers, such as kenaf, palm, bamboo etc., to ABS improves its mechanical properties and reduces its negative environmental impact[19–21].

The modal parameters, also known as dynamic parameters, play an important role in industrial applications. The dynamic properties of materials, such as natural frequencies, damping ratios and mode shapes, are essential in determining the structural behavior of the material. The natural frequency of a polymer provides information on its stiffness, while the damping ratio indicates its energy dissipation capacity. These parameters are crucial for the design and analysis of structures to ensure their performance and reliability[22–24].

This study aimed to experimentally demonstrate the dynamic characteristics of the newly developed environmentally friendly and sustainable hemp particle-reinforced ABS biocomposite plates. To this end, rectangular plates with a thickness of 4mm were produced by incorporating hemp particles to ABS at different weight fractions including 1%, 5%, and 10%. An injection molding technique was used in the production of biocomposites.

Modal analyses aiming to measure the dynamic parameters including damping ratios, natural frequencies, and associated modal shapes, were performed on the one edge clamped plates by deploying a roving impact hammer technique with a fixed response measurement point. Applying the widely accepted half-power bandwidth method to the measured frequency response function (FRF) data, damping ratios were computed for each plate[25–28]. The effects of the addition of hemp particles on the dynamic parameters of ABS were elucidated by the experimental findings.

## MATERIALS AND METHOD

### Materials

Dew retted and crushed industrial hemp stems (*Cannabis sativa*) were brought from the Vezirköprü district of Samsun province, Turkey, provided by the Vezirköprü District Agricultural of Forestry Department, which was cultivated in the region. According to official reports, the density of hemp fibers was recorded as  $760 \text{ kg/m}^3$ . ABS granules (LG Chem Company HI121H) were sourced from local supplier RİİZ Makina corporation limited, TURKEY. The reported relative density of the ABS granules is  $1040 \text{ kg/m}^3$  (ASTM D792), and their melting flow rate, under a 10 kg load at  $220 \text{ }^\circ\text{C}$ , is 23 g/10 min (ASTM D1238). Furthermore, SEBS-g-MA (Styrene-Ethylene/Butylene-Styrene-Maleic anhydride-graft) obtained from Kraton Company (KRATON™ FG1901 G) was utilized for better adhesion between ABS and hemp fiber particles.

Dew-retted and crushed stems of industrial hemp were subjected to decortication in order to separate the hemp bast fibers from the hurds. After the aforementioned operations, the obtained hemp fibers were fragmented to a length of approximately 10 cm and subjected to a pre-washing process by soaking them in purified water at room temperature for a duration of 24 hours to remove any dirt and dust particles present in the fibers. After the pre-washing process, the hemp fibers were dried in a clean environment at room temperature with regular intervals while being stirred, and then subjected to an alkaline surface cleaning process by soaking them in a 10% NaOH solution prepared with distilled water at room temperature for one day. The hemp fibers, which had been subjected to an alkaline treatment to remove unwanted substances such as lignin and pectin and to improve their bonding with ABS, were washed with purified water and dried at room temperature in the clean environment [19,29–31]. The alkaline treated hemp fibers, which had been purified from unwanted components such as lignin and pectin, were dried in an oven at  $100^\circ\text{C}$  for one hour and subsequently fragmented into particles smaller than 1mm by using a high-speed blender (35000 rpm) for at least 15 minutes.





**Figure 1.** Production process of ABS/Hemp biocomposite plate specimens.

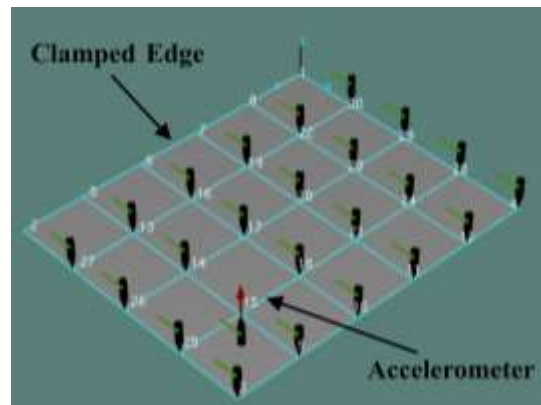
The processed hemp fiber particles were mixed with SEBS-g-MA in a weight ratio of 92:8, and then the resulting mixture was mechanically blended with ABS at weight ratios of 1%, 5%, and 10% for at least 15 minutes for each. For better reading 1%, 5%, and 10% hemp added ABS specimens will be coded as Hemp-1, Hemp-5 and Hemp-10 respectively. The mixtures obtained from the mechanical blending were further processed using a co-rotated twin-screw extruder about 190°C to obtain biocomposite pellets. A twin-screw extruder machine was used to confirm a homogeneous mixture of hemp fiber particles, ABS, and SEBS-g-MA before the production of ABS-Hemp biocomposite plate specimens by injection molding. The obtained biocomposite pellets were injected into a mold with dimensions of 145x145x4mm at a temperature of 200°C, which was chosen to avoid thermal degradation, to produce test specimens. All production process of ABS-Hemp biocomposite plates have been introduced schematically in Figure 1.

## Method

In order to determine the dynamic parameters of the produced ABS-Hemp biocomposite plates, a modal analysis was conducted using the roving hammer method. In order to obtain accurate modal analysis data, the hammer hit points were determined by marking on a 120 x 145 mm area on plate specimen as shown in Figure 2. The identical plate test layout and hammer hit points were modeled in Pulse LabShop software, as shown in Figure 3.

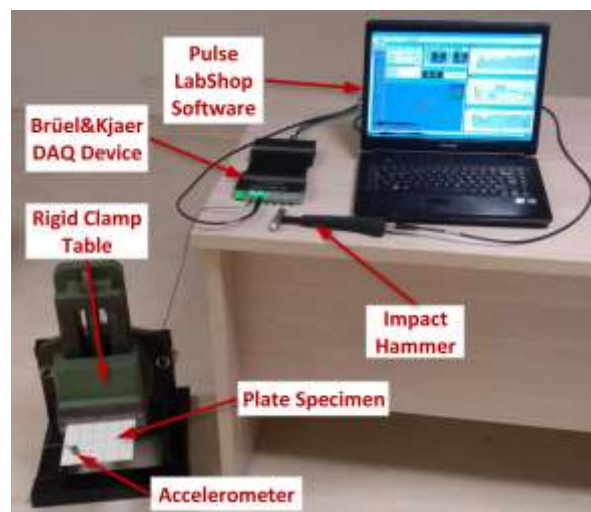


**Figure 2.** Determined hammer hit points on plate specimens



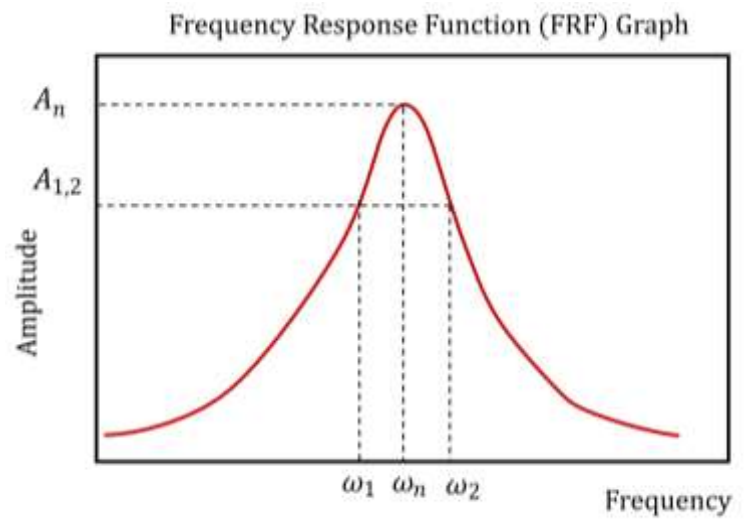
**Figure 3.** Hammer hit points and measurement sequence on Pulse LabShop software.

The experimental test setup with one edge fixed boundary condition to a rigid clamp table for plate specimen is indicated in Figure 4. Acceleration data was measured with Brüel&Kjaer 4513B single axis accelerometer during modal analysis. The accelerometer was mounted on the plate specimens utilizing honey as illustrated in Figure 4. Specimen impact force excitation was implemented with Brüel&Kjaer type 8206-002 impact hammer. The Pulse LabShop 14.1 software was used to analyze the modal test data obtained from an impact hammer and accelerometer using a Brüel&Kjaer type 3050-B-060 6 channel data acquisition (DAQ) device.



**Figure 4.** Experimental test setup for modal analysis.

Hammer hit excitations were performed 3 times on each point and time acceleration data was collected by Pulse LabShop 14.1 software with the help of Brüel&Kjaer 3050-B-060 DAQ device in the sequence depicted in the Figure 3. Frequency Response Function (FRF) of each point was calculated by Pulse LabShop software by averaging 3 hit acceleration data to attain more accurate results. By considering the FRF data of each point along the plate model, the natural frequencies and associated mode shapes were obtained in the software. Furthermore, associated damping ratios of first three natural frequencies were calculated from FRF data using the half-power damping method. Damping ratio calculation by this method detailedly shown in Figure 5 involves determining the bandwidth of the FRF at the half-power point, which corresponds to the frequency at which the amplitude of the response is half of its maximum value. The damping ratio can be computed by dividing the half-power bandwidth of the system by its resonance frequency.



**Figure 5.** Damping ratio calculation with Half-Power bandwidth method.

The expression for the calculation of damping ratio ( $c$ ) can be given as follows:

$$c = \frac{\omega_2 - \omega_1}{2\omega_n} \quad (1)$$

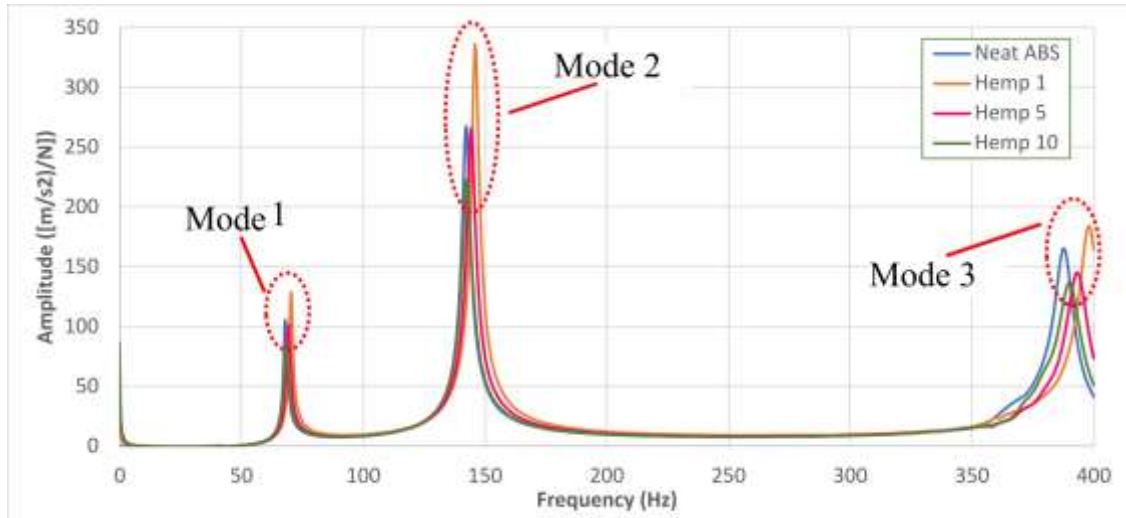
Where  $\omega_n$  is the natural frequency corresponding the peak amplitude  $A_n$ . Moreover,  $\omega_1$  and  $\omega_2$  are the frequencies corresponding the amplitudes  $A_1$  and  $A_2$ , respectively. It is a fact that  $A_1$  and  $A_2$  are identical to each other, and both can be computed with the following expression.

$$A_{1,2} = \frac{A_n}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

By utilizing this method, we can accurately quantify the damping ratio of the plate specimens to put forward its dynamic behavior for further analyses.

## RESULTS

The frequency response function (FRF) results of neat and hemp biocomposite plate specimens were obtained by using the roving hammer method on the experimental setup are presented in Figure 6. Subsequently, the first three natural frequencies obtained through the modal analysis of the plate specimens are given in Table 1.



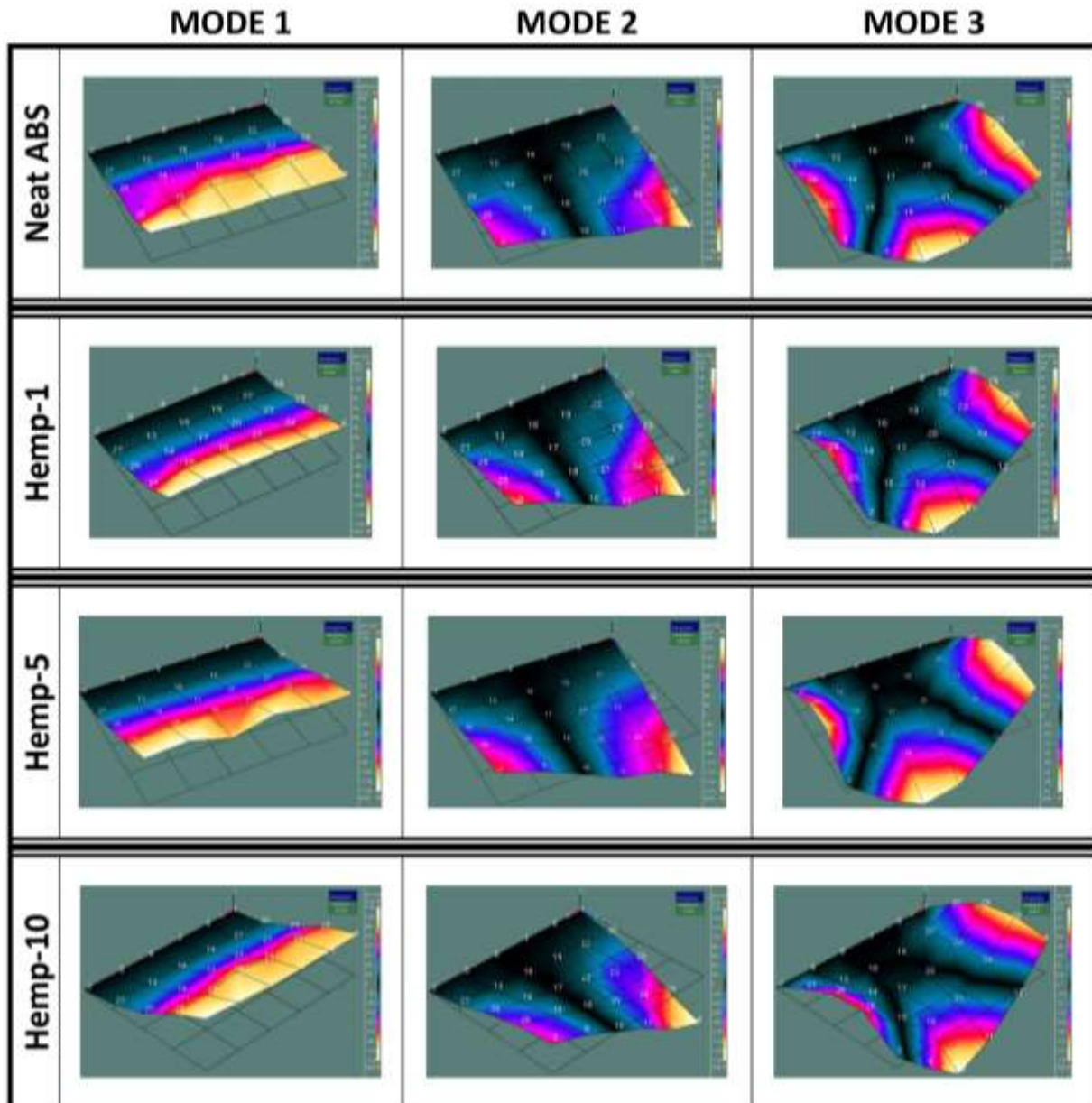
**Figure 6.** FRFs comparison of the plate specimens extracted from experimental modal analysis.

As can be understood from Table 1 and Figure 6, the natural frequencies of hemp fiber-added biocomposite specimens are always higher than the natural frequencies of neat ABS in each natural frequency mode.

**Table 1.** Natural frequencies of neat and hemp biocomposite plates from modal analysis.

	Natural Frequencies (Hz)		
	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Neat ABS	67.5	139	379.5
Hemp-1	70.5	146	398.5
Hemp-5	69.5	144.5	394
Hemp-10	68.5	143	391.5

Therefore, it can be seen that the addition of hemp fibers increases the rigidity of the neat ABS material and consequently leads to an increase in the natural frequencies of biocomposite materials. This difference between natural frequencies becomes more pronounced at higher frequencies, as can be clearly seen in Table 1. Although it has been observed that the addition of hemp fibers increases the natural frequencies of neat ABS, it has been also revealed that the increase in natural frequencies decreases with the increasing amount of hemp fiber particle addition.



**Figure 7.** First three mode shapes obtained from experimental modal analysis for plate specimens.

In terms of mode shapes, the 1st and 3rd mode shapes correspond to the 1st and 2nd bending modes, respectively, while the 2nd mode shape corresponds to the 1st twisting mode. After examining the mode shapes in experimental results, it can be concluded that the addition of hemp fiber particles to ABS did not cause any change the overall mode shapes.

Table 2 presents the damping ratios associated to the first three natural frequencies obtained through the half-power bandwidth method for the plate specimens. Upon examining the damping ratios, it is clear that the damping ratios for the second modes slightly increased compared to the first modes but decreased at the third modes. Additionally, it can be seen that the addition of hemp fiber particle to ABS increased the damping ratio as the percentage of hemp increased, except for a small decrease observed in Hemp-1 compared to neat ABS at

second and third modes. Based on the findings, it can be inferred that the incorporation of hemp fiber into the ABS polymer material results in improved damping properties.

**Table 2.** Damping ratios for the first three natural frequencies

	Damping Ratios (%)		
	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Neat ABS	0.968	1.070	0.996
Hemp-1	0.995	1.007	0.948
Hemp-5	1.122	1.157	1.089
Hemp-10	1.208	1.320	1.137

## CONCLUDING REMARKS

Alkaline treated hemp fiber particle added ABS with SEBS-g-MA at three different weight ratios (%1, %5 and %10) biocomposite plates were produced by injection molding to investigate their dynamic parameters. Natural frequencies and associated mode shapes of neat and hemp fiber added plate specimens were determined with experimental modal analysis utilizing roving hammer method and damping ratios were defined with half-power bandwidth method. The following conclusions can be drawn from the experimental results as:

Comparing the biocomposite materials produced with hemp fiber particle addition to neat ABS, it is observed that the fiber particle addition increases the rigidity of the materials and causes an increase in their natural frequencies.

Although the natural frequencies of the materials change with the addition of hemp fiber, the mode shapes of the first three natural frequencies were not affected and were found to be similar.

It was observed from the findings that the damping ratios corresponding to the second mode increased compared to the first mode damping ratios. Besides, it was observed that the third mode damping ratios decreased more than the first mode damping ratio values. Furthermore, the results indicate that that addition of hemp fiber particles increased the damping ratio compared to neat ABS. Hence, the hemp fiber particle addition increased the energy absorption capacity of the neat ABS copolymer material, making it more damping material.

## REFERENCES

1. Olivera S, Muralidhara HB, Venkatesh K, Gopalakrishna K, Vivek CS. Plating on acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) plastic: a review. *Journal of Materials Science*. 2016;51(8):3657–74.
2. Yousefi M, Gholamian F, Ghanbari D, Salavati-Niasari M. Polymeric nanocomposite materials: Preparation and characterization of star-shaped PbS nanocrystals and their influence on the thermal stability of acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) copolymer. *Polyhedron* [Internet]. 2011;30(6):1055–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.poly.2011.01.012>
3. Kamelian FS, Saljoughi E, Shojaee Nasirabadi P, Mousavi SM. Modifications and research potentials of acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) membranes: A review. *Polymer Composites*. 2018;39(8):2835–46.
4. Moore J. Acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) - a review. *Composites* [Internet]. 1973 May;4(3):118–30. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0010436173905855>
5. H R M, Benal MGM, G S P, Tambrallimath V, Ramaiah K, Khan TMY, et al. Effect of Short Glass Fiber Addition on Flexural and Impact Behavior of 3D Printed Polymer Composites. *ACS Omega* [Internet]. 2023 Mar 14;8(10):9212–20. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.2c07227>
6. Dhandapani A, Krishnasamy S, Nagarajan R, Selvaraj ADA, Thiagamani SMK, Muthukumar C, et al. Investigation of Wear Behavior in Self-Lubricating ABS Polymer Composites Reinforced with Glass Fiber/ABS and Glass Fiber/Carbon Fiber/ABS Hybrid. *Lubricants* [Internet]. 2023 Mar 13;11(3):131. Available from: <https://www.mdpi.com/2075-4442/11/3/131>
7. Zahid A, Anwar MT, Ahmed A, Raza Y, Gohar GA, Jamshaid M. Synthesis and Investigation of Mechanical Properties of the Acrylonitrile Butadiene Styrene Fiber Composites Using Fused Deposition Modeling. 3D Printing and Additive Manufacturing [Internet]. 2023 Jan 30; Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/3dp.2022.0199>
8. Young D, Wetmore N, Czabaj M. Interlayer fracture toughness of additively manufactured unreinforced and carbon-fiber-reinforced acrylonitrile butadiene styrene. *Additive Manufacturing* [Internet]. 2018 Aug;22(February):508–15. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.02.023>
9. Kumar P, Palsule S. Bamboo Fiber Reinforced Chemically Functionalized Acrylonitrile Butadiene Styrene Composites by Palsule Process. *Journal of Natural Fibers* [Internet]. 2023;20(1). Available from: <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2150741>
10. Sahu S, Sahu SBBPJ, Nayak S, Roul MK, Khuntia SK. Effect of chemical treatment and fiber loading on various properties of Bauhinia vahlii bast fibers/acrylonitrile butadiene styrene composites for automotive body parts. *Polymer Composites* [Internet]. 2022 Aug 20;43(8):4909–18. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pc.26751>
11. Chauhan V, Kärki T, Varis J. Effect of Fiber Content and Silane Treatment on the Mechanical Properties of Recycled Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Fiber Composites.

Chemistry [Internet]. 2021 Nov 1;3(4):1258–70. Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/9/2223>

12. Rutkowski J V, Levin B. Pyrolysis and Combustion Products and their Toxicity-A Review of the Literature. *Fire Mater.* 1986;10(July):93–105.
13. Chotirat L, Chaochanchaikul K, Sombatsompop N. On adhesion mechanisms and interfacial strength in acrylonitrile–butadiene–styrene/wood sawdust composites. *International Journal of Adhesion and Adhesives* [Internet]. 2007 Dec;27(8):669–78. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0143749607000309>
14. Threepopnatkul P, Krachang T, Teerawattananon W, Suriyaphaparkorn K, Kulsetthanchalee C. Study of surface treatment of pineapple leaf fiber (PALF) on performance of PALF/ABS composites. *ECCM 2012 - Composites at Venice, Proceedings of the 15th European Conference on Composite Materials.* 2012;(June):24–8.
15. Akato K, Tran CD, Chen J, Naskar AK. Poly(ethylene oxide)-Assisted Macromolecular Self-Assembly of Lignin in ABS Matrix for Sustainable Composite Applications. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* [Internet]. 2015 Dec 7;3(12):3070–6. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.5b00509>
16. Obianuju OH. Mechanical Properties, Morphology and Elemental Composition of Composites Produced from Thermoplastic Polymers Filled with Egg Shell. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry* [Internet]. 2021 Mar 9;22(1):59–78. Available from: <https://www.journalirjpac.com/index.php/IRJPAC/article/view/30374>
17. Ponsuriyaprakash S, Udhayakumar P, Pandiyarajan R. Experimental Investigation of ABS Matrix and Cellulose Fiber Reinforced Polymer Composite Materials. *Journal of Natural Fibers* [Internet]. 2020 Nov 9;00(00):1–12. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15440478.2020.1841065>
18. Neher B, Bhuiyan MMR, Kabir H, Gafur MA, Ahmed F. Fabrication and Optical Characterization of Palm Fiber Reinforced Acrylonitrile Butadiene Styrene Based Composites: Band Gap Studies. *Materials Sciences and Applications.* 2018;09(02):246–57.
19. Ma L, He H, Jiang C, Zhou L, Luo Y, Jia D. Effect of Alkali Treatment on Structure and Mechanical Properties of Acrylonitrile–Butadiene–Styrene/Bamboo Fiber Composites. *Journal of Macromolecular Science, Part B* [Internet]. 2012 Nov 2;51(11):2232–44. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00222348.2012.669688>
20. Mohammad NB, Arsad A. Mechanical, Thermal and Morphological Study of Kenaf Fibre Reinforced rPET/ABS composites. *Malaysian Polymer Journal* [Internet]. 2013;8(1):8–13. Available from: [www.cheme.utm.my/mpj](http://www.cheme.utm.my/mpj)
21. Neher B, Bhuiyan MMR, Kabir H, Qadir MR, Gafur MA, Ahmed F. Study of Mechanical and Physical Properties of Palm Fiber Reinforced Acrylonitrile Butadiene Styrene Composite. *Materials Sciences and Applications* [Internet]. 2014;05(01):39–45. Available from: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/msa.2014.51006>
22. Ewins DJ. *Modal Testing: Theory, Practice and Application.* 2001;562. Available from: <http://www.amazon.com/Modal-Testing-Application-Mechanical-Engineering/dp/0863802184>



23. Jinguang Z, Hairu Y, Guozhi C, Zeng Z. Structure and modal analysis of carbon fiber reinforced polymer raft frame. *Journal of Low Frequency Noise Vibration and Active Control*. 2018;37(3):577–89.
24. Avitabile P. *Modal Testing: A Practitioner's Guide* [Internet]. *Modal Testing: A Practitioner's Guide*. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd; 2017. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781119222989>
25. Sun P, Wang D. Comparison of damping parameters based on the half-power bandwidth methods of viscous and hysteretic damping models. *JVC/Journal of Vibration and Control*. 2023;29(3–4):968–79.
26. Zhu C, Zhuang Y, Fan W, Long Z, Zhang S. A novel evaluation method for rolling energy losses of tacked vehicle road wheels using experimental modal analysis. *Journal of Terramechanics* [Internet]. 2023;106:47–56. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jterra.2022.12.003>
27. Lacarbonara W, Guruva SK, Carboni B, Krause B, Janke A, Formica G, et al. Unusual nonlinear switching in branched carbon nanotube nanocomposites. *Scientific Reports* [Internet]. 2023;1–12. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32331-y>
28. Nandwani S, Vardhan S, Bahl S, Yadav AK, Samyal R, Bagha AK. Evaluating the dynamic characteristics of microwave-casted metal matrix composite material by using experimental modal analysis. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering* [Internet]. 2023 Feb 28;095440892311589. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/09544089231158921>
29. Liu H, You L, Jin H, Yu W. Influence of alkali treatment on the structure and properties of hemp fibers. *Fibers and Polymers* [Internet]. 2013 Mar 6;14(3):389–95. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s12221-013-0389-8>
30. George J, Sreekala MS, Thomas S. A review on interface modification and characterization of natural fiber reinforced plastic composites. *Polymer Engineering and Science*. 2001;41(9):1471–85.
31. Ku H, Wang H, Pattarachaiyakoop N, Trada M. A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites. *Composites Part B: Engineering*. 2011;42(4):856–73.

## NUMERICAL INVESTIGATION OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF HEMP PARTICLE-ADDED ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE (ABS) THERMOPLASTIC BIOCOMPOSITES

Araş. Gör., Osman ÖZENÇ<sup>1</sup>, Doç. Dr., Mirali NURALİYEV<sup>2</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Akif DÜNDAR<sup>3</sup>, Doç. Dr. Davut Erdem ŞAHİN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Yozgat Bozok University, College of Engineering, - 0000-0003-3455-9411

<sup>2</sup>Yozgat Bozok University, College of Engineering, - 0000-0002-3063-8414

<sup>3</sup>Yozgat Bozok University, College of Engineering, - 0000-0001-5463-6774

<sup>4</sup>Yalova University, College of Engineering, - 0000-0001-6770-7252

### ABSTRACT

This study deals with the numerical verifications of the experimentally determined dynamic characteristics of neat Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) thermoplastic as well as hemp fiber particle-added ABS possessing three various weight fractions (1%, 5%, and 10%). To this end, significant dynamic modal parameters including natural frequencies and corresponding mode shapes have been predicted by performing finite element analyses in Abaqus engineering software on the rectangular plates with a dimension of 120x145mm whose one edge is clamped and the remaining ones are completely free. Eigenvalue extraction to estimate the first three natural frequencies and the corresponding mode shapes of the rectangular plates has been achieved by using the Lanczos eigensolver which is regarded as one of the most powerful methods for the solution of large generalized eigenvalue problems. The first three natural frequencies and corresponding mode shapes have been successfully extracted from the finite element analyses. The predicted dynamic modal parameters have been favorably compared to the modal test measurements. Thus, the experimental results have been validated against the numerical predictions.

**Keywords:** ABS Biocomposite, Hemp, Finite element analysis, Natural frequency, Mode shape.

### INTRODUCTION

Polymers have been extensively utilized in various industries due to their low cost, versatility, and easy processing. Among them, industrially important Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) copolymer is widely used owing to its exceptional mechanical properties such as high impact resistance, stiffness, toughness, and good dimensional stability[1–3]. The concentration and arrangement of monomers in the ABS polymer chain greatly influence its properties. The addition of particulate fillers into the material has also gained prominence in the literature and

industry as a widely used technique to tailor the material properties according to the desired application[4–10]. However, the environmental damage caused by the waste of ABS and other synthetic chemical materials has become a significant issue in today's world, resulting in the development of more sustainable alternatives such as biodegradable polymers and natural fiber-reinforced composites[1,11–17].

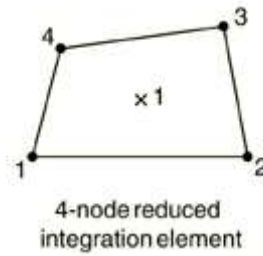
Modal parameters play a crucial role in industrial applications, especially in determining the dynamic properties of materials. The natural frequency, damping ratio, and mode shapes are essential in the design and analysis of structures to ensure their performance and reliability. Modal analysis is an effective method to determine these dynamic parameters, and it is widely used in the characterization of polymer materials, including ABS plates[18–20].

Finite Element Analysis (FEA) is a powerful tool to predict the dynamic behavior of materials and structures, and it has been extensively utilized in the investigation of ABS and polymer materials[21–24]. The objective of this study is to numerically predict the dynamic characteristics of newly developed environmentally friendly and sustainable hemp particle-reinforced ABS biocomposite plates, which are intended to replace traditional synthetic polymers. To this end, FEA was conducted using ABAQUS software to predict the first three natural frequencies and mode shapes of neat ABS and 1%, 5%, and 10% hemp fiber added ABS plates. The Lanczos method was employed to extract the natural frequencies and corresponding mode shapes from the FEA results which is very convenient algorithm to solve eigenvector problems of modal parameters. The Lanczos method has gained widespread utilization in both academic research and industrial application areas due to its remarkable effectiveness in handling large and sparse generalized eigenvalue problems[25–27]. The comparison of experimental and numerical results of the natural frequencies and mode shapes of ABS and hemp fiber added ABS plates is essential to evaluate the accuracy of the FEA predictions. The obtained results are expected to provide valuable insights for the design and analysis of polymer materials and structures.

## **MATERIALS AND METHOD**

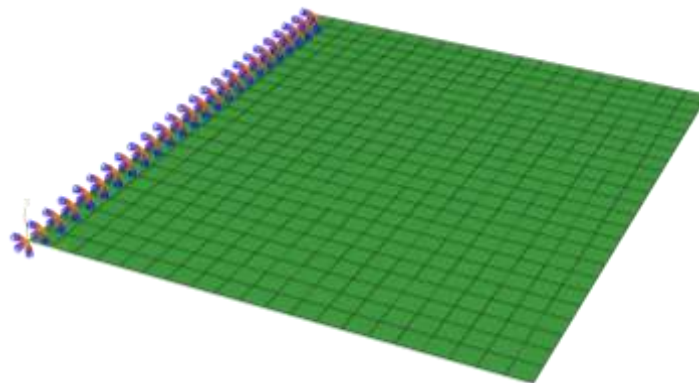
### **Finite Element Modeling**

In order to estimate the first three natural frequencies and corresponding mode shapes numerical simulations were performed using the ABAQUS finite element engineering code. The selection of the most suitable element formulation for the numerical simulations of modal analysis was 4-node reduced integration shell element type, designated S4R, based on several factors (Figure 8). The S4R shell element formulation was chosen for its ability to provide accurate results with less computational time compared to other shell elements. The reduced integration in the S4R element reduces the number of integration points, which leads to a faster computation time while still providing accurate results. Furthermore, the S4R element takes into account transverse shear deformation and can handle thick shell elements, which is important for accurately modeling the plate specimens used in the study[28,29].



**Figure 8.** S4R element type

To ensure a robust and accurate mesh, the Hypermesh pre-processor software was used to generate identical finite element models of the plate specimens. Hypermesh is a well-established software tool that can accurately mesh complex models with high accuracy. The mesh was composed of 480 S4R shell elements and 525 nodes, with 5 integration points throughout the thickness of the plate specimens. A clamped boundary condition was enforced on one edge of the rectangular specimens through an encastre boundary condition to closely resemble the experimental setup, as depicted in Figure 9. This boundary condition was essential for accurately modeling the plate specimens and obtaining accurate modal analysis results.



**Figure 9.** Finite element model of plate specimens in ABAQUS

### Lanczos Method

The equation of motion for plate can be written in terms of discrete system, thus eigenvalue problem for natural modes finite element model of free vibration in classical notation can be written as:

$$(\mu^2[M] + \mu[C] + [K])\{\phi\} = 0 \quad (1)$$

where  $[M]$ ,  $[C]$  and  $[K]$  are mass, damping and the stiffness matrices respectively,  $\mu$  is the eigenvalue and  $\{\phi\}$  is the eigenvector. In general, the eigensystem stated in Eq.1 will have complex eigenvalues and eigenvectors. By assuming that  $[K]$  is symmetric and ignoring  $[C]$  during eigenvalue extraction, this problem can be considered symmetric. Generally,  $[K]$  will be assumed that is positive semidefinite for symmetric eigenproblems. In this instance, where

$\mu$  is the circular frequency, turns into an imaginary eigenvalue  $\mu = i\omega$ , the eigenvalue problem can be expressed as follows:

$$(-\omega^2[M] + [K])\{\phi\} = 0 \quad (2)$$

The Lanczos eigensolver, one of the most used methods, is utilized in ABAQUS/Standard to extract the natural frequencies and corresponding mode shapes of this symmetrized eigenproblem (Eq. 2). The calculation process in ABAQUS/Standard comprises of a number of Lanczos "runs" in which a number of stages are carried out iteratively. The following spectral transformation is used for each Lanczos run:

$$[M]([K] - \sigma[M])^{-1}[M]\{\phi\} = \theta[M]\{\phi\} \quad (3)$$

where  $\sigma$  is the shift,  $\theta$  is the eigenvalue, and  $\{\phi\}$  is the eigenvector. Rapid convergence to the desired eigenvalues is achieved by this modification. The original problem's eigenvalues and the transformed problem's eigenvalues are related in the following ways, while the eigenvectors of the symmetrized problem Eq2 and the transformed problem Eq3 are identical.

$$\omega^2 = \frac{1}{\theta} + \sigma \quad (4)$$

This iterative process that involves the computation of a sequence of orthogonal vectors that span a Krylov subspace. This subspace is used to construct an approximate eigenvector of the original matrix. The Lanczos method is particularly suitable for computing a few eigenvalues (ten in general) and corresponding eigenvectors of large sparse symmetric matrices which is adequate for most engineering applications.

After performing Lanczos steps, each Lanczos run starts with a construction of the shifted matrix  $[K] - \sigma_p[M]$  (where p is the run number) [30].

Every block Lanczos step i is utilized in ABAQUS in the following sequence:

Use the parametric shifted matrix to solve the system of linear equations with b right-hand sides (b is the Lanczos block size):

$$([K] - \sigma_p[M])[\hat{V}]_{i+1} = [M][V]_i \quad (5)$$

where  $[V]_i$  is a block of Lanczos vectors. The number of columns of  $[V]_i$  represents the block size b while the number of rows represents the number of variables in the finite element model.

A number of random vectors orthonormalized using the method constitute the  $[V]_1$  initial block of vectors:

$$[I] = [V]_1^T [M] [V]_1 \quad \text{where } [I] \text{ is the identity matrix.}$$

Construct the supplemental vector block:

$$[U]_{i+1} = [\hat{V}]_{i+1} - [V]_{i-1}\beta_i \quad (6)$$

where  $\beta_i$  is a  $b \times b$  upper triangular matrix.  $\beta_1 = [0]$ .

Calculate the symmetric matrix  $\alpha_i$  of size  $b$ :

$$\alpha_i = [U]_{i+1}^T [M] [V]_i \quad (7)$$

Generate the Lanczos residual:

$$[R]_{i+1} = [U]_{i+1} - [V]_i \alpha_i \quad (8)$$

Normalize the residual. Calculate a group of vectors,  $[V]_{i+1}$ :

$$[V]_{i+1} \beta_{i+1} = [R]_{i+1} \quad (9)$$

and

$$[I] = [V]_{i+1}^T [M] [V]_{i+1} \quad (10)$$

where  $\beta_{i+1}$  is a  $b \times b$  upper triangular matrix.

Utilizing partial reorthogonalization technique, predict the loss of orthogonality between  $[V]_{i+1}$  and  $[V]_j$  for  $j = 1, 2, \dots, i - 1$  and if necessary, perform reorthogonalization.

Local reorthogonalization" is carried out by recalculating  $[V]_{i+1}$  to obtain:

$$[0] = [V]_{i+1}^T [M] [V]_i \quad (11)$$

Compute the simplified eigenvalue problem by treating the band matrix  $[T]$  as follows:

$$[T][S] = [S][\theta] \quad (12)$$

where

$$[T] = \begin{bmatrix} \alpha_1 & \beta_2^T & & & \\ \beta_2 & \alpha_2 & \beta_3^T & & \\ & \beta_3 & \alpha_3 & \cdots & \\ & & \cdots & \cdots & \beta_i^T \\ & & & \beta_i & \alpha_i \end{bmatrix} \quad (13)$$

and  $[S]$  and  $[\theta]$  are the matrices that contain the reduced eigenproblem's eigenvectors and eigenvalues respectively. The resolution of this issue has been effectively addressed through the application of both the Householder root-finding algorithm and Q-R eigenvalue algorithm.

The material properties required for finite element modal analysis of neat and hemp biocomposite plates, such as elastic modulus, Poisson's ratio, and density, are presented in Table 1.

**Table 3.** The material specifications implemented in FEA for modal analysis.

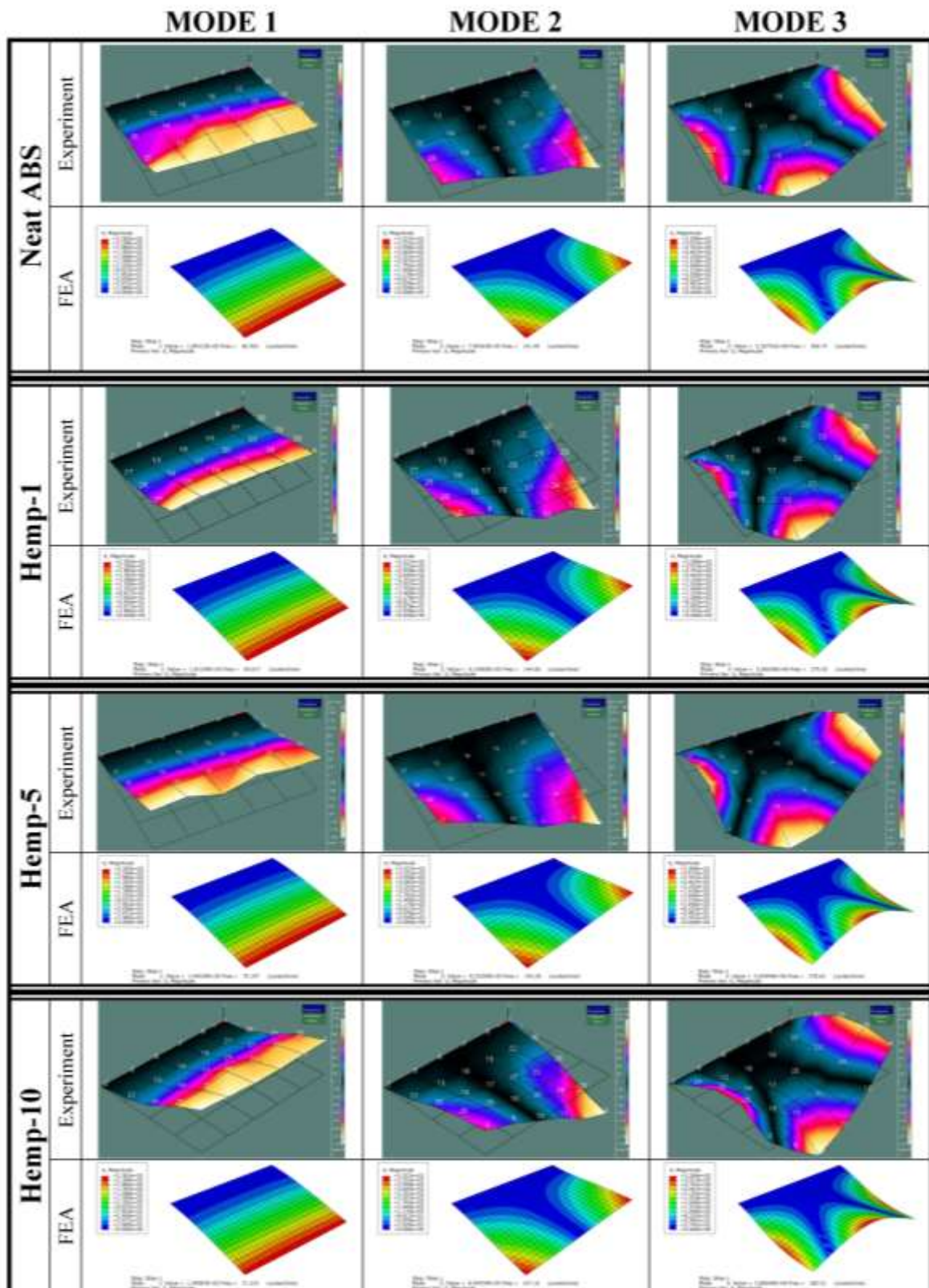
Code	Elastic Modulus (MPa)	Poisson's Ratio	Density (tonne/mm <sup>3</sup> )
Neat ABS	2191	0.35	1040e-12
Hemp-1	2272	0.35	1040e-12
Hemp-5	2310	0.35	1040e-12
Hemp-10	2370	0.35	1040e-12

## RESULTS

Predicted first three natural frequencies of neat and hemp fiber added ABS biocomposite plate specimens, utilizing ABAQUS FEA software with Lanczos method, were tabulated in Table 4. Additionally, mode shapes of specimens with the help of Lanczos method corresponding to these mode frequencies were also numerically estimated in ABAQUS. Numerically derived first three mode shapes were depicted in Figure 10 comparably with the experimentally obtained mode shapes.

**Table 4.** Natural frequencies of neat and hemp biocomposite plates from FEA.

	Natural Frequencies (Hz)		
	Mode 1	Mode 2	Mode 3
<b>Neat ABS</b>	68.365	141.49	368.74
<b>Hemp-1</b>	69.617	144.08	375.50
<b>Hemp-5</b>	70.197	145.28	378.62
<b>Hemp-10</b>	71.103	147.16	383.51



**Figure 10.** First three mode shape comparison of experimental and FEA results for plate specimens.

Figure 10 makes it abundantly evident that the inclusion of hemp fibers enhances the neat ABS material's stiffness, which in turn causes a rise in the natural frequencies of biocomposite



materials. Table 2 shows that at higher frequencies, this difference between natural frequencies becomes more prominent. Although it has been shown that adding hemp fibers increases the natural frequencies of neat ABS, it has also been found that as the amount of hemp fiber addition increases, the increase in natural frequencies actually reduces.

By examining the mode shapes, it is evident that the numerical analysis findings are in a good agreement with the results obtained from the experimental modal analysis. After examining the mode shapes in both experimental and numerical results, it can be concluded that the addition of hemp fiber particles to ABS did not cause any change the overall mode shapes. Besides, in terms of mode shapes, the 1st and 3rd mode shapes correspond to the 1st and 2nd bending modes, respectively, while the 2nd mode shape corresponds to the 1st twisting mode.

**Table 5.** Comparison of experimental natural frequencies with FEA results.

	<b>Natural Frequencies (Hz)</b>								
	<b>Mode 1</b>			<b>Mode 2</b>			<b>Mode 3</b>		
	<b>Exp.</b>	<b>FEA</b>	<b>Error</b>	<b>Exp.</b>	<b>FEA</b>	<b>Error</b>	<b>Exp.</b>	<b>FEA</b>	<b>Error</b>
<b>Neat ABS</b>	68.0	68.4	0.5	142.5	141.5	0.7	387.5	368.7	4.8
<b>Hemp-1</b>	70.5	69.6	1.3	146.0	144.1	1.3	398.5	375.5	5.8
<b>Hemp-5</b>	69.5	70.2	1.0	144.5	145.3	0.5	394.0	378.6	3.9
<b>Hemp-10</b>	68.5	71.1	3.8	143.0	147.2	2.9	390.0	383.5	1.7

Table 3 provides a comparative analysis of the first three natural frequencies of neat ABS and hemp fiber-reinforced biocomposite ABS test specimens, obtained from numerical and experimental results. As can be clearly seen from Table 3, the first three natural frequencies of plate test specimens were accurately predicted by finite element analysis. The maximum error rate between the experimental and numerical results was determined to be up to 5.8%. It was observed that the error rate in the predictions increased with increasing natural frequency for Neat ABS, Hemp-1, and Hemp-5 specimens, while it was decreased for the Hemp-10 specimen. This increase in the error with increasing natural frequency could be attributed to the high strain sensitivity of ABS material properties that causes an increase in the elastic modulus with increasing strain ratio. In addition, it is known that ABS has different tensile and compressive moduli at the same strain ratio due to its amorphous structure. However, in the finite element analysis of plate specimens, the materials were considered as isotropic and the elastic moduli obtained from the tensile tests at the same strain ratio were taken into account. Considering these facts, it can be said that the high hemp content in the Hemp-10 material affects the material's crystal structure, causing it to act more isotropic and leading to a decrease in the strain sensitivity of ABS, resulting in a decrease in prediction error with increasing frequency.

## CONCLUDING REMARKS

Grid geometry of neat and hemp fiber added ABS plate specimens were modeled in Hypermesh pre-processor software using S4R 4 node reduced integration shell element. First three natural frequencies and corresponding mode shapes were numerically predicted in ABAQUS

engineering FEA software utilizing Lanczos eigensolver method. The following conclusions can be drawn from numerical results as:

The first three natural frequencies and corresponding mode shapes were accurately predicted implementing finite element analysis. The error rate is mostly due to the use of an isotropic material model in numerical studies, while ABS is actually an amorphous material with a highly strain-rate-dependent mechanical behavior. To obtain more accurate results, a more convenient complex material model should be applied in the numerical code. Furthermore, the error rates in the predictions increased with increasing natural frequencies in the neat ABS, Hemp-1, and Hemp-5 specimens, while it decreased in the Hemp-10 specimen. The main reason for this might be the high hemp content in the Hemp-10 material crystallizes the amorphous structure of the ABS material with the high cellulose content exist in the hemp fibers, causing it to behave more isotropic and resulting in a less susceptible to the strain-rate dependent behavior of ABS at high frequencies, leading to more accurate predictions.

Comparing the biocomposite materials produced with hemp fiber particle addition to neat ABS, it is observed that the fiber particle addition increases the rigidity of the materials and causes an increase in their natural frequencies.

Although the natural frequencies of the materials change with the addition of hemp fiber, the mode shapes of the first three natural frequencies were not affected and were found to be similar.

## REFERENCES

1. Olivera S, Muralidhara HB, Venkatesh K, Gopalakrishna K, Vivek CS. Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) plastic: a review. *J Mater Sci*. 2016;51(8):3657–74.
2. Yousefi M, Gholamian F, Ghanbari D, Salavati-Niasari M. Polymeric nanocomposite materials: Preparation and characterization of star-shaped PbS nanocrystals and their influence on the thermal stability of acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) copolymer. *Polyhedron* [Internet]. 2011;30(6):1055–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.poly.2011.01.012>
3. Kamelian FS, Saljoughi E, Shojaee Nasirabadi P, Mousavi SM. Modifications and research potentials of acrylonitrile/butadiene/styrene (ABS) membranes: A review. *Polym Compos*. 2018;39(8):2835–46.
4. H R M, Benal MGM, G S P, Tambrallimath V, Ramaiah K, Khan TMY, et al. Effect of Short Glass Fiber Addition on Flexural and Impact Behavior of 3D Printed Polymer Composites. *ACS Omega* [Internet]. 2023 Mar 14;8(10):9212–20. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.2c07227>
5. Dhandapani A, Krishnasamy S, Nagarajan R, Selvaraj ADA, Thiagamani SMK, Muthukumar C, et al. Investigation of Wear Behavior in Self-Lubricating ABS Polymer Composites Reinforced with Glass Fiber/ABS and Glass Fiber/Carbon Fiber/ABS Hybrid. *Lubricants* [Internet]. 2023 Mar 13;11(3):131. Available from: <https://www.mdpi.com/2075-4442/11/3/131>

6. Zahid A, Anwar MT, Ahmed A, Raza Y, Gohar GA, Jamshaid M. Synthesis and Investigation of Mechanical Properties of the Acrylonitrile Butadiene Styrene Fiber Composites Using Fused Deposition Modeling. 3D Print Addit Manuf [Internet]. 2023 Jan 30; Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/3dp.2022.0199>
7. Young D, Wetmore N, Czabaj M. Interlayer fracture toughness of additively manufactured unreinforced and carbon-fiber-reinforced acrylonitrile butadiene styrene. Addit Manuf [Internet]. 2018 Aug;22(February):508–15. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.02.023>
8. Kumar P, Palsule S. Bamboo Fiber Reinforced Chemically Functionalized Acrylonitrile Butadiene Styrene Composites by Palsule Process. J Nat Fibers [Internet]. 2023;20(1). Available from: <https://doi.org/10.1080/15440478.2022.2150741>
9. Sahu S, Sahu SBBPJ, Nayak S, Roul MK, Khuntia SK. Effect of chemical treatment and fiber loading on various properties of Bauhinia vahlii bast fibers/acrylonitrile butadiene styrene composites for automotive body parts. Polym Compos [Internet]. 2022 Aug 20;43(8):4909–18. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pc.26751>
10. Chauhan V, Kärki T, Varis J. Effect of Fiber Content and Silane Treatment on the Mechanical Properties of Recycled Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Fiber Composites. Chemistry (Easton) [Internet]. 2021 Nov 1;3(4):1258–70. Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/14/9/2223>
11. Rutkowski J V, Levin B. Pyrolysis and Combustion Products and their Toxicity-A Review of the Literature. Fire Mater. 1986;10(July):93–105.
12. Chotirat L, Chaochanchaikul K, Sombatsompop N. On adhesion mechanisms and interfacial strength in acrylonitrile–butadiene–styrene/wood sawdust composites. Int J Adhes Adhes [Internet]. 2007 Dec;27(8):669–78. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0143749607000309>
13. Threepopnatkul P, Krachang T, Teerawattananon W, Suriyaphaparkorn K, Kulsetthanchalee C. Study of surface treatment of pineapple leaf fiber (PALF) on performance of PALF/ABS composites. ECCM 2012 - Compos Venice, Proc 15th Eur Conf Compos Mater. 2012;(June):24–8.
14. Akato K, Tran CD, Chen J, Naskar AK. Poly(ethylene oxide)-Assisted Macromolecular Self-Assembly of Lignin in ABS Matrix for Sustainable Composite Applications. ACS Sustain Chem Eng [Internet]. 2015 Dec 7;3(12):3070–6. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.5b00509>
15. Obianuju OH. Mechanical Properties, Morphology and Elemental Composition of Composites Produced from Thermoplastic Polymers Filled with Egg Shell. Int Res J Pure Appl Chem [Internet]. 2021 Mar 9;22(1):59–78. Available from: <https://www.journalirjpac.com/index.php/IRJPAC/article/view/30374>
16. Ponsuriyaprakash S, Udhayakumar P, Pandiyarajan R. Experimental Investigation of ABS Matrix and Cellulose Fiber Reinforced Polymer Composite Materials. J Nat Fibers [Internet]. 2020 Nov 9;00(00):1–12. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15440478.2020.1841065>

17. Neher B, Bhuiyan MMR, Kabir H, Gafur MA, Ahmed F. Fabrication and Optical Characterization of Palm Fiber Reinforced Acrylonitrile Butadiene Styrene Based Composites: Band Gap Studies. *Mater Sci Appl*. 2018;09(02):246–57.
18. Ewins DJ. *Modal Testing: Theory, Practice and Application*. 2001;562. Available from: <http://www.amazon.com/Modal-Testing-Application-Mechanical-Engineering/dp/0863802184>
19. Jinguang Z, Hairu Y, Guozhi C, Zeng Z. Structure and modal analysis of carbon fiber reinforced polymer raft frame. *J Low Freq Noise Vib Act Control*. 2018;37(3):577–89.
20. Avitabile P. *Modal Testing: A Practitioner's Guide* [Internet]. *Modal Testing: A Practitioner's Guide*. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd; 2017. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781119222989>
21. Das P, Sahu SK. Free vibration analysis of industry-driven woven fiber laminated carbon/epoxy composite beams by experimental and numerical approach. *Polym Polym Compos*. 2021;29(9\_suppl):S1371–85.
22. Ramalho LDC, Sánchez-Arce IJ, Gonçalves DC, Belinha J, Campilho RDSG. Numerical analysis of the dynamic behaviour of adhesive joints: A review. *Int J Adhes Adhes*. 2022;118(June).
23. Munteanu M V., Stanciu MD, Năstac SM, Savin A. Modal analysis of small turbine blade made from glass fibres composites. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2018;444(6).
24. Orłowska A, Graczykowski C, Galezia A. The effect of prestress force magnitude on the natural bending frequencies of the eccentrically prestressed glass fibre reinforced polymer composite beams. *J Compos Mater*. 2018;52(15):2115–28.
25. Yin J, Xu L, Wang H, Xie P, Huang S, Liu H, et al. Accurate and fast three-dimensional free vibration analysis of large complex structures using the finite element method. *Comput Struct*. 2019;221:142–56.
26. Malatip A, Prasomsuk N, Siriparu C, Paoprasert N, Otarawanna S. An efficient matrix tridiagonalization method for 3D finite element analysis of free vibration. *Math Comput Simul* [Internet]. 2020;172:90–110. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2019.12.017>
27. Zhao JG, Liu GR, Huo SH, Li ZR. Modes and modal analysis of three-dimensional (3D) structures based on the smoothed finite element methods (S-FEMs) using automatically generatable tetrahedral meshes. *Eng Anal Bound Elem*. 2022;140(November 2021):262–81.
28. Pham CH, Hancock GJ. Numerical simulation of high strength cold-formed purlins in combined bending and shear. *J Constr Steel Res* [Internet]. 2010;66(10):1205–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcsr.2010.04.014>
29. Laím L, Rodrigues JPC, Silva LS Da. Experimental and numerical analysis on the structural behaviour of cold-formed steel beams. *Thin-Walled Struct* [Internet]. 2013;72:1–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tws.2013.06.008>
30. Dassault Systèmes. *Abaqus Analysis User's Manual 6.12* [Internet]. Documentation. 2012 [cited 2022 Nov 14]. p. 23.3.1 Extended Drucker-Prager models. Available from: <http://130.149.89.49:2080/v6.12>



## BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ ÖĞRENCİLERİ SOSYAL MEDYA KULLANIMI VE BAĞIMLILIĞI ARAŞTIRMASI: COVID-19 SALGINI DÖNEMİ YÜZ YÜZE EĞİTİME TEKRAR GEÇİŞ

DR. ÖĞR. ÜYESİ HATİCE POLAT<sup>1</sup>, DOÇ. DR. İMRAN ASLAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-0444-3717>

<sup>2</sup>Bingöl üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5307-4474>

### ÖZET

**Giriş:** Son yıllarda bilişim teknolojisi olarak bilgisayar ve internet yaşamın her alanına girmiştir. Teknolojinin gelişmesi olumlu etkilerinin yanında yeni bir bağımlılık olan sosyal medya bağımlılığı kavramını da ortaya çıkarmıştır. Yeni teknolojilerinin olumsuz etkileri bireyler üzerinde özellikle de gençler üzerinde oldukça etkilidir.

**Amaç:** Üniversite öğrencilerinin bazı tanımlayıcı özelliklerine (cinsiyet, öğrenim gördüğü sınıf, kaldığı yer, günlük sosyal medya ziyaret sayısı ve günlük sosyal medya bağlanma süresi vb) göre sosyal medya bağımlılık düzeyleri araştırılmıştır.

**Yöntem:** Bu araştırma tanımlayıcı tasarımda gerçekleştirilmiştir. Araştırma Bingöl Üniversitesi öğrencileri ile yürütülmüştür. Çalışmanın evrenini Bingöl Üniversitesi öğrencileri oluştururken, çalışmanın örneklemini ise araştırmaya katılma kriterlerini taşıyan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 419 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmanın analizinde yüzdeler, ortalama puan, t-testi ve Oneway ANOVA testi yöntemleri kullanılmıştır.

**Bulgular:** Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyal medya günlük ziyaret sayıları, sosyal medya günlük bağlanma sürelerine, kaldıkları yere ve sosyal medyayı kullanmaya başlama sürelerine göre SMÖ-YF toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

**Sonuç:** Araştırma sonucunda üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılıklarının orta düzeyde olduğu ve sosyal medya bağımlılık düzeylerinin sosyal desteklerinin olup olmasına göre değişiklik göstermediği saptanmıştır. Çalışmaya katılan üniversite öğrencilerinin sosyal medya günlük ziyaret sayıları, sosyal medya günlük bağlanma sürelerine, kaldıkları yere ve sosyal medyayı kullanmaya başlama sürelerine göre sosyal medya bağımlılık düzeyinde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Sosyal medyayı günlük ziyaret sayısı ve bağlanma zamanı artıkça, bağımlılık seviyesi de artmaktadır. Ayrıca arkadaşları ile kalan öğrencilerde sosyal medya bağımlılığı daha yüksek çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyal medya, sosyal medya bağımlılığı, üniversite öğrencileri, covid-19

### 1. GİRİŞ

Bilişim teknolojisi olarak bilgisayar ve internet yaşamın her alanına girmiştir (Şahin ve Yağcı, 2017). Internet World Stats (2017)'ın araştırmasına göre, tüm dünyadaki internet kullanıcı sayısı yaklaşık 3 milyar 732 milyon (%49,6) kişiye ulaştığı bildirilmektedir (Aktaran Şahin ve Yağcı, 2017). Türkiye' de ise internet kullanım oranının, 16-74 yaş grubundaki bireylerde 2021

yılında %82,6 iken 2022 yılında %85,0 olduğu bildirilmiştir (TUİK, 2022). Yeni iletişim teknolojilerinden internet kişinin yaşamını kolaylaştırdığı, kişilere zamandan tasarruf etme avantajı sağladığı, bilgi edinmeyi kolaylaştırdığı ve hızlandırdığı için insan hayatının vazgeçilmez parçası haline gelmiştir (Çiftçi, 2018). Özellikle sosyal medya, pandemi nedeniyle kapanma dönemlerinde yüz yüze temas kısıtlamalarından kaynaklanan sorunlara kısmen köprü olmuştur (Wiederhold, 2020). Son yıllarda etkili olan COVID-19 salgının getirdiği sokağa çıkma kısıtlamaları insanların birçok işini internet üzerinden yürütmesini de beraberinde getirmiştir. İnternette alışveriş yapma, internet üzerinden çevrimiçi toplantılar düzenleme ve okulların yüz yüze eğitime ara vermesi ile birlikte internet üzerinden eğitim-öğretimin gerçekleştirilmesi bireyleri internet ve internet tabanlı uygulamaları kullanmaya iten nedenler olarak göze çarpmıştır. Sokağa çıkma kısıtlamaları ve şehirlerarası seyahatlerin yasaklanması; özellikle gençlerin sosyalleşmesine engel olmuş ve bireylerin sosyal medya uygulamalarını daha fazla kullanmalarına neden olmuştur (Kerr vd., 2020; Karaevli, 2022).

Sosyal medya güncelliğini koruyan, kişilerin oturdukları yerden birbirleriyle iletişim halinde oldukları, sürekli olarak yeni bir şey öğrenme veya öğretmeyi mümkün kılan iletişim araçlarından biridir (Demirbaş ve Kantaş Yılmaz, 2022). Teknoloji gelişirken olumlu etkilerinin yanında yeni bir bağımlılık olan sosyal medya bağımlılığı kavramını da ortaya çıkarmıştır (Çiftçi, 2018). DSM-V'te bir bozukluk olarak tanımlanmayan sosyal medya bağımlılığının literatürde genel olarak bir davranışsal bağımlılık şeklinde değerlendirildiği görülmektedir (Özdemir, 2019). Sosyal medyaya aşırı derecede düşkün olmak, sosyal medyada sürekli çevrimiçi olmayı istemek, kontrol edilemeyen motivasyonla yönlendirilmek ve bu durumun diğer önemli yaşam alanlarını olumsuz yönde etkilemesi sosyal bağımlılık olarak değerlendirilmektedir (Şahin ve Yağcı, 2017). Yapılan çalışmalarda sosyal medya bağımlılığının bireylerde yaşam tatminini (Longstreet ve Brooks, 2017), uyku kalitesini (Xanidis, Brignell, 2016) ve iletişim becerilerini olumsuz etkilediği (Uçar ve diğ., 2022; Elphinston, Noller 2011) belirtilmiştir. Ayrıca bireylerin psikolojik sağlıklarının da olumsuz etkilenebileceği bildirilmiştir (Aktan, 2018a). Yeni teknolojilerin olumsuz etkileri bireyler üzerinde özellikle de gençler üzerinde oldukça etkilidir (Çiftçi, 2018). Pandeminin etkileri yavaş yavaş azalmaya başladı ve kısıtlamaların çoğu kaldırıldı. Üniversitelerde online eğitim yerine yeniden yüz yüze eğitim yapılmaya başlandı. COVID-19 salgınında yaşanan sosyal medyanın bu endişe verici kullanımının geçici bir durum mu yoksa ruhsal sağlığın bozulması sonucunda oluşan bağımlılık davranışının bir belirtisi mi olduğu belirsizdir (Dikmen, 2021).

Bu çalışma, COVID-19 salgını dönemindeki kapanmalardan sonra yüz yüze eğitime tekrar geçiş sürecinde üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin seviyelerini ölçmek ve cinsiyet, sosyal destek, öğrenim gördüğü sınıf, kaldığı yer, günlük sosyal medya ziyaret sayısı ve günlük sosyal medya bağlanma süresi gibi çeşitli değişkenler açısından incelenerek, anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışma üniversite yöneticileri, akademisyenler ve bu alandaki karar vericilere kaynak sağlayacaktır.

## 2. MATERYAL METOD

### 2.1 Yöntem ve Örneklem

Bu araştırma tanımlayıcı tasarımda yapılmıştır. Araştırma Bingöl Üniversitesi öğrencileri ile Ekim 2022- Aralık 2022 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışmanın evrenini Bingöl Üniversitesi öğrencileri oluştururken, çalışmanın örneklemini ise araştırmaya katılma kriterlerini taşıyan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 419 öğrenci oluşturmuştur. Bingöl Üniversitesinde yaklaşık 20,000 öğrenci okumaktadır. Morris (1985) tarafından uygulanan yöntemle göre %95 Güven seviyesi ve %5 hata marjına göre 377 öğrenciye anket yapılması gerekir. Dolayısıyla çalışma kapsamında yeterli bir örnekleme ulaşılmıştır.

**2.2 Araştırmaya alınma kriterleri:** Bingöl Üniversitesinde öğrenci olması, 18-65 yaş arasında olması, iletişim problemlerinin bulunmaması, iş birliğine açık olması ve araştırmaya katılmak için gönüllü olması oluşturmaktadır. Araştırmanın dışlama ölçütü is öğrencinin araştırma kriterlerini taşıması.

### 2.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmada araştırmacılar tarafından hazırlanan Kişisel Bilgi Formu ve Sosyal medya bağımlılığı ölçeği-Yetişkin formu kullanılmıştır.

**2.3.1 Kişisel Bilgi Formu:** Kişisel Bilgi Formu, araştırmaya katılan öğrencilerin tanıtıcı bilgilerini içeren, araştırmacı tarafından hazırlanan formdur.

**2.3.2 Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği-Yetişkin Formu (SMBÖ-YF):** Şahin ve Yağcı (2017) tarafından 18-65 yaş arası yetişkinlerin sosyal medya bağımlılık düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. 5’li Likert tipteki ölçekte ifadeler katılma dereceleri, ‘bana hiç uygun değil (1 puan), bana uygun değil (2 puan), kararsızım (3 puan), bana uygun (4 puan), bana çok uygun (5 puan)’ şeklinde oluşturulmuştur. Sanal Tolerans (ST) ve Sanal İletişim (Sİ) olarak 2 faktörlü ve 20 maddeden oluşan ölçekten en yüksek 100, en düşük 20 puan alınabilmektedir. Sanal tolerans alt boyutu 1-11’inci maddeler, sanal iletişim ise 12-20’inci maddelerden oluşmaktadır. 5. ve 11. maddeler ters puanlanmaktadır. Puanın yüksek olması bireyin kendisini “sosyal medya bağımlısı” olarak algıladığı biçiminde değerlendirilmektedir. Şahin tarafından geliştirilen, bağımlılık seviyesi için aralıklar çizelge 1’de verilmiştir. Ölçeğin geneli için Cronbach Alpha iç tutarlık katsayısı 0,94; alt boyutlardan sanal tolerans için 0,92 ve sanal iletişim için 0,91 bulunmuştur (Şahin ve Yağcı, 2017). Bu çalışmada ölçeğin geneli için Cronbach Alpha iç tutarlık katsayısı 0.86 bulunmuştur.

**Çizelge 1. Sosyal medya bağımlılığı ölçeği ve alt ölçeklerin değerlendirilmesi**

Bağımlılık Seviyesi	SMBÖ (Toplam) (1-20)	Sanal Tolerans (1-11)	Sanal İletişim (12-20)
Bağımlılık yok	20-36	11-19	9-15
Düşük Bağımlı	37-52	20-28	16-22
Orta Bağımlı	53-68	29-37	23-30
Yüksek Bağımlı	69-84	38-45	31-37
Çok Yüksek Bağımlı	85-100	46-55	38-45

### 2.4 Verilerin Toplanması

Araştırma verilerinin yarısı Google form aracılığı ile online olarak toplanmıştır. Yeterli örnekleme ulaşmak amacıyla kalan anketler yüz yüze yapılmıştır. Veri toplama formları araştırmacılar tarafından Google form üzerinde hazırlanmış ve link oluşturulmuştur. Üniversite



öğrencileri (hazırlık, birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıf) ile oluşturulan link paylaşıldı ve cevapları kabul edildi. Ölçeğin uygulama süresi 8-10 dakikadır.

## 2.5 Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma verilerinin değerlendirilmesi bilgisayar ortamında Statistical Package for social Science (SPSS IBM corp) paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde yüzdelikler, ortalama puan, t-testi ve Oneway ANOVA testi analizleri kullanılmıştır. Ölçek güvenilirliği için Cronbach alfa iç tutarlılık testi yapılmıştır.

## 2.6 Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma, Bingöl Üniversitesinde eğitim gören öğrenciler ile sınırlıdır.

## 2.7 Araştırmanın Etik Yönü

Araştırma için Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan onay alınmıştır (E.74742). Veri toplama formunda katılımcılara çalışmaya katılmanın gönüllülük esasına dayandığı belirtilmiş ve kendileri ile ilgili bilgilerin başkalarına açıklanmayacağı konusunda açıklama yazılmış ve "gizlilik ilkesine" uyulmuştur. Ayrıca, araştırmanın amacı ve elde edilen sonuçların hangi amaçlarla kullanılacağı açıklanmıştır. Katılımcıların veri formunda onayları (bilgilendirilmiş onay ilkesi) alınmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyodemografik verileri Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre çalışmaya katılan öğrencilerin %68.5'i (287) kadın, %46.1'i (193) 1. Sınıf, %47.5'i (199) Sağlık Bilimleri Fakültesi öğrencisi olduğunu ve %67.5'i (283) yurtda yaşadığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmaya katılan öğrencilerin %65.4'ü (274) sosyal desteklerinin olmadığını belirtmiştir. Çalışmada öğrencilerin hangi sosyal medya araçlarını kullandıklarını belirlemek için öğrencilere birden fazla seçeneği seçme hakkı verilmiştir. Öğrencilerin çoğu (%92.1) Whatsapp/Telegram kullandığını belirtmiştir.

Çizelge 2. Öğrencilerin sosyodemografik özelliklerinin dağılımı

Değişken	Sıklık	Yüzde(%)	Değişken	Sıklık	Yüzde(%)		
Cinsiyet	Erkek	132	31,5	Öğrenim görülen sınıf	Hazırlık sınıfı	3	,7
	Kadın	287	68,5		1.sınıf	193	46,1
	Toplam	419	100,0		2.sınıf	78	18,6
Kalınan Yer	Ailem	101	24,1		3. sınıf	79	18,9
	Yurt	283	67,5	4. sınıf	66	15,8	
	Arkadaşlarım	21	5,0	Toplam	419	100,0	
	Yalnız	14	3,3	Sosyal destek	Evet	145	34,6
Toplam	419	100,0	Yok		274	65,4	
Okuduğu Fakülte/Yüksekokul	Sağlık Bilimleri Fakültesi	199	47,5	Kullanılan sosyal Medya	İnstagram	347	82,8
	Fen Edebiyat Fakültesi	83	19,8		Whatsapp/Telegram	386	92,1
	Sağlık Hizmetleri MYO	27	6,4		Youtube	340	81,1
	Sosyal Bilimler MYO	20	4,8		Facebook	76	18,1
	Ziraat Fakültesi	12	2,9		Google +	241	57,5

MYO: Meslek Yüksekokulu	Spor Bilimleri Fakültesi	15	3,6		Twitter	189	45.10
	Diğer	63	15		Linkedin	51	12.1
					Tiktok	6	1.43

Çalışmaya katılan öğrencilerin çoğu (%34.1) sosyal medyayı günde 15 kereden fazla ziyaret ettiğini, sosyal medyayı 4-6 yıldır kullandığını (%32.9), sosyal medyada 1-3 saat arasında vakit geçirdiğini ve sosyal medya kullanımlarının aileleri tarafından eleştirilmediğini (%65.2) bildirmişlerdir (Çizelge, 3).

**Çizelge 3. Öğrencilerin sosyal medya kullanımı ile ilgili değişkenlerin dağılımı**

Değişken	Sıklık	Yüzde(%)	Değişken	Sıklık	Yüzde(%)
Günlük Sosyal medya ziyaret sayısı	1-5 kez	89	Sosyal medyayı kullanmaya başlama süresi	1 yıldan az	59
	6-10 kez	127		1-3 yıl arası	109
	11-15 kez	60		4-6 yıl arası	138
	15 ten fazla	143		>7 yıl	113
	Toplam	419		Total	419
Günde sosyal medyada geçilen süre	1 saatten az	46	Sosyal medya kullanımı aile tarafından eleştirilme	Evet	146
	1-3 saat arası	195		Hayır	273
	4-6 saat arası	121		Total	419
	7 saatten fazla	57			

Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlerine ve sosyal destek düzeylerine göre SMBÖ-YF toplam puanı ve alt boyutlarından aldıkları puanların karşılaştırılması Çizelge 4'te verilmiştir. Çalışmada SMBÖ-YF ölçeği toplam puanı ve sanal tolerans alt boyutu için cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Çalışmada SMBÖ-YF ölçeği sanal iletişim alt boyutunda ise cinsiyetler arasında anlamlı bir fark olduğu ve erkeklerin kadınlara göre daha yüksek puan aldığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ , Çizelge 4). Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyal desteklerine göre SMBÖ-YF toplam puanı ve alt boyutlarından aldıkları puan ortalamaları karşılaştırıldığında, öğrencilerin sosyal desteklerine göre SMBÖ-YF toplam puanı ve alt boyut puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ; Çizelge 4).

**Çizelge 4. Öğrencilerin cinsiyetlerine ve sosyal desteklerine göre SMBÖ-YF toplam puanı ve alt boyutlarından aldıkları puan ortalamalarının karşılaştırılması**

Ölçekler	Değişkenler	N	SMBÖ-YF					
			Sanal tolerans		Sanal iletişim		Toplam puan	
			Mean±SS	Test değeri/ p değeri	Mean±SS	Test değeri/ p değeri	Mean±SS	Test değeri/ p değeri
Cinsiyet	Erkek	132	2.82±0.74	t=0.089	2.63±0.80	t=2.274	2.73±0.682	t=1.373
	Kadın	287	2.81±0.81	p=0.929	2.43±0.84	p=0.023	.64±0.74	p=0.171
Sosyal destek	Evet	145	2.91±0.79	t=1.807	2.53±0.80	t=0.56	2.74±0.72	t=1.373
	Hayır	274	2.76±0.78	p=0.071	2,48±0.85	p=0.571	2.64±0.73	p=0.171

Çalışmaya katılan öğrencilerin kaldıkları yere göre SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal tolerans ve sanal iletişim alt boyut puan ortalamaları karşılaştırıldığında, öğrencilerin kaldıkları yere göre SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal tolerans alt boyut puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ , Çizelge 5, Çizelge 6). Fark yaratan grubu bulmak için Post Hoc ikili karşılaştırmalardan Tukey testi uygulanmıştır. Tukey sonucuna göre, arkadaşları ile yaşayan öğrencilerin SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal tolerans alt boyutlarından aldıkları puanların aileleri ile yaşayanlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyal medya günlük ziyaret sayılarına göre SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal iletişim ve sanal tolerans alt boyutlarından aldıkları puan ortalamaları karşılaştırıldığında, öğrencilerin günlük sosyal medya ziyaret sayılarına göre SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal iletişim ve sanal tolerans alt boyutlarından aldıkları puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ , Çizelge 5 ve Çizelge 6). Fark yaratan grubu bulmak için Post Hoc ikili karşılaştırmalardan Tukey testi uygulanmıştır. Tukey sonucuna göre, sosyal medya kullanım sayısı 15 ten fazla olan öğrencilerin SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal iletişim ve sanal tolerans alt boyutlarından aldıkları puan ortalamalarının sosyal medyayı 1-5 kez ile 6-10 kez kullananlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 5. Öğrencilerin kaldıkları yer, sosyal medya günlük ziyaret sayısı ve sosyal medya günlük bağlanma süresi ve sosyal medyayı kullanmaya başlama süresine göre sosyal medya bağımlılığı Ölçeği-Yetişkin Formu (SMBÖ-YF)(n=419) Toplam puan ortalamalarının karşılaştırılması**

Değişkenler		SMBÖ-YF toplam					
		n	$\bar{X}$	SS	F	p	Tukey
Kaldığı yer	Ailem (1)	101	2.56	0.82	2.981	0.03*	3>1
	Yurt (2)	283	2.68	0.70			
	Arkadaşlarım(3)	21	3.07	0.59			
	Yalnız (4)	14	2.75	0.58			
Sosyal medya ziyaret sayısı	1-5 kez (1)	89	2.20	0.60	29.47	0.00*	2>1 3>1 4>1 4>2
	6-10 kez (2)	127	2.56	0.65			
	11-15 kez (3)	60	2.82	0.51			
	15 ten fazla (4)	143	3.01	0.75			
Sosyal medya günlük bağlanma süresi	1 saatten az (1)	46	2.45	0.67	22.419	0.00*	3>1 4>1 4>2 3>2 4>3
	1-3 saat arası (2)	195	2.45	0.64			
	4-6 saat arası (3)	121	2.87	0.63			
	7saatten fazla (4)	57	3.18	0.85			
Sosyal medyayı kullanmaya başlama süresi	1 yıldan az (1)	59	2.53	0.66	2.847	0.03*	
	1-3 yıl arası (2)	109	2.57	0.70			
	4-6 yıl arası (3)	138	2.70	0.69			
	7 yıldan fazla (4)	113	2.80	0.80			

Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyal medya günlük bağlanma sürelerine göre SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal iletişim ve sanal tolerans alt boyutlarından aldıkları puan ortalamaları karşılaştırıldığında, öğrencilerin günlük sosyal medya bağlanma sürelerine göre SMBÖ-YF toplam puanı ve tüm alt boyutlarından aldıkları puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ , Çizelge 6). Fark yaratan grubu bulmak için Post Hoc ikili karşılaştırmalardan Tukey testi uygulanmıştır. Tukey sonucuna göre, günlük sosyal medya bağlanma süresi 7 saatten fazla olanların SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal iletişim ve sanal tolerans alt boyutlarından aldıkları puan ortalamalarının 1 saatten az, 1-3 saat ve 4-6 saat arasında kullananlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 6. Öğrencilerin kaldığı yer, sosyal medya günlük ziyaret sayısı, sosyal medya günlük bağlanma süresi ve sosyal medyayı kullanmaya başlama süresine göre sosyal medya bağımlılığı ölçeği-yetişkin formu (SMBÖ-YF) alt boyut puan ortalamalarının karşılaştırılması (n=419)**

Ölçek		Kaldığı yer		Sosyal medya günlük ziyaret sayısı		Sosyal medyaya günlük bağlanma süresi		Sosyal medyayı kullanmaya başlama süresi		Öğrenim gördüğü sınıf	
		F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
SMBÖ-YF	Sanal Tolerans	2.803	.040	35.861	,000	25.245	,000	3.31	.020	1.30	0.267
	Sanal İletişim	2.431	.065	12,510	,000	11,228	,000	1.469	.222	1.19	0.312
	Toplam	2.981	.031	29.473	,000	22.419	,000	2.844	.037	1.46	0.212

Çalışmaya katılan öğrencilerin sosyal medyayı kullanmaya başlama sürelerine göre SMBÖ-YF toplam puanı ile alt boyutları puan ortalamaları karşılaştırıldığında öğrencilerin sosyal medyayı kullanmaya başlama sürelerine göre SMBÖ-YF toplam puanı ile sanal tolerans alt boyut puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ , Çizelge 5 ve Çizelge 6). Fark yaratan grubu bulmak için Post Hoc ikili karşılaştırmalardan Tukey testi uygulanmıştır. Tukey sonucuna göre, sosyal medyayı kullanmaya başlama süresi 7 yıldan fazla olanların sanal tolerans alt boyutundan almış oldukları puan ortalamaları 1 yıldan az olanlardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çalışmaya katılan öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıfa göre SMBÖ-YF toplam puanı ve alt boyutlarından aldıkları puan ortalamaları karşılaştırıldığında, öğrencilerin öğrenim gördüğü sınıfa göre SMBÖ-YF toplam puanı ile alt boyutlarından aldıkları puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ , Çizelge 6).

**Çizelge 7. Öğrencilerin SMBÖ-YF ‘dan aldıkları puan ortalamaları**

Ölçek		Minimum-Maximum	Toplam Ort.± (S.S.)
SMBÖ-YF	Sanal Tolerans	11-55	30,99±8,72
	Sanal İletişim	9-45	22,49±7,53
	Toplam puan	21-99	53.49±14.59

Çalışmaya katılan öğrencilerin SMBÖ-YF’den aldıkları puan ortalamaları incelendiğinde, SMBÖ-YF’nun toplam puan ortalamasının 53.49 (SS=14.59); orta bağımlı, Sanal tolerans alt

boyutundan 30.99 (SS=8.72); orta bağımlı ve sanal iletişim alt boyutundan 22.49 (SS=7.53) ; düşük bağımlı-orta bağımlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7).

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada sosyal medya bağımlılığı ve etkileyen değişkenler incelenmiştir. Çalışmamızda sosyal medya bağımlılığında cinsiyetler açısından anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Aktan (2018b)'da üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık düzeylerini çeşitli değişkenlere göre incelemek amacıyla yaptığı çalışmada cinsiyet açısından bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde Çitçi (2018)'de yapmış olduğu çalışmada cinsiyet açısından bir fark olmadığını bildirmiştir. Bununla birlikte literatür incelendiğinde, sosyal medya kullanımında cinsiyetler arasında fark olduğunu ve bu farkın bazen erkeklerde daha fazla olduğunu (Tanrıverdi ve Sağır, 2014; Özdemir,2019; Bodur ve Korkmaz, 2017), bazen de kız öğrencilerin sosyal medya bağımlılıklarının daha fazla olduğunu bildiren çalışmalara rastlanmaktadır (Çimke ve Cerit, 2021; Su, Han, Yu, Wu ve Potenza, 2020; Shaw ve Black, 2008). Çalışmalardaki bu farklılıklar, farklı sosyodemografik verilerin öğrencilerin sosyal medya bağımlısı olmalarında daha yüksek bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızda arkadaşları ile yaşayan öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin aileleri ile yaşayanlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Özdemir (2019)'de 242 üniversite öğrencisi ile yapmış olduğu çalışmada arkadaşı ile yaşayan öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin aileleri ile yaşayanlara göre daha fazla olduğunu bildirmiştir. Genellikle ailesi ile yaşayan öğrenciler ders çalışmak, ev işleri yapmak gibi sorumluluklarına daha fazla zaman ayırmaktadırlar. Bu nedenle ailesi yaşayan öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeyleri daha düşük olabilir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre sosyal medyayı ziyaret sayısı arttıkça ve sosyal medyayı günlük kullanım süresi uzadıkça öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeyinin arttığı belirlenmiştir. Çalışmamızda öğrencilerin çoğu sosyal medyayı günlük 1-3 saat arasında kullandığını belirtmiştir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda da sosyal medyayı kullanım süresi arttıkça sosyal medya bağımlılık düzeyinin arttığı bildirilmiştir (Aktan 2018b; Çimke ve Cerit, 2021; Al-Menayes 2015; Özdemir 2019; Uçar ve diğ, 2022; Bozkurt ve Bozkurt, 2022) Alan yazında haftalık internet kullanım süresi ile de bağımlılık arasında ilişki kuran yayınlar bulunmaktadır (Van den Eijnden ve diğ, 2008). Aslan ve Yaşar (2019) Bingöl üniversitesi öğrencileriyle yaptıkları çalışmada öğrencilerin sosyal medyayı kullanırken zamanın nasıl geçtiğini anlayamadıklarını ve beklenenden çok zaman harcadıklarını ve bu durumun işlerini yapmamaya neden olduğunu belirttiklerini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda öğrencilerin çoğu 4-6 yıldır sosyal medya kullandıklarını belirtmişlerdir. Yani çalışmamıza katılan öğrencilerin çoğunun uzun zamandan beri sosyal medya kullandıklarını söyleyebiliriz. Çalışmamızda sosyal medyayı kullanmaya başlama sürelerinin uzamasıyla sosyal medya bağımlılık düzeyinin arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde literatürde sosyal medya kullanım yılı arttıkça bağımlılığın arttığını bildiren çalışmalar olmakla birlikte (Uçar ve diğ, 2022; Aktan, 2018b), sosyal medya bağımlılığı ile sosyal medya kullanım süresi arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Bilgili, 2018). Aslan ve Yaşar (2020) yapmış oldukları çalışmada öğrencilerin sosyal medyada daha fazla zaman

harcadıkça bağımlılık düzeylerinin arttığını belirterek günlük kullanım sürelerini azaltmak için üniversitede daha fazla sosyal aktivite düzenlenmesi gerektiğini önermişlerdir.

COVID-19 salgınının 2020 yılında tüm dünyayı amansız bir şekilde etki altına almasıyla beraber Türkiye dahil tüm ülkeler bir anda salgının merkez üssü haline dönüşmüştür. Salgın boyunca sosyal medya kullanımı ve dijitalin hayatımızdaki rolü salgın öncesi döneme göre dikkat çekici bir şekilde artmış, bu süreçte daha fazla insan her zamankinden daha fazla çevrimiçi iş yaparak internet kullanımına, sosyal medya kullanımına ve mobil kullanıma daha fazla zaman harcamışlardır (Ünalın, 2022). Çalışmamızın verileri pandeminin etkilerinin azalması ile birlikte sosyal kısıtlamaların son bulduğu ve yüzyüze eğitime geçildiği dönemde toplandı. Çalışmamızda Bingöl üniversitesindeki öğrencilerin çoğunun sosyal medyayı günde 15 kereden fazla ziyaret ettiği, sosyal medyayı 4-6 yıldır kullandığı ve sosyal medyada 1-3 saat arasında vakit geçirdiği belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde Aslan ve Yaşar'ın (2019) Bingöl üniversitesinde pandemi başlamadan önce 675 öğrenci ile yapmış oldukları çalışmada da öğrencilerin çoğunun 4-6 yıldır sosyal medya kullandığını ve 1-3 saat arasında vakit geçirdiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin günlük kullanımlarını inceleyerek orta seviyede bir internet bağımlılığı olduğunu belirtmişlerdir ve bu çalışmada da benzer bir sonuç elde edilmiştir. Pandeminin sosyal medya bağımlılık düzeylerine etkisini tam olarak söyleyememekle birlikte Aslan ve Yaşar(2019)'ın yapmış oldukları çalışmada evrenlerin birbirine çok benzemesi ve sosyal medya kullanım süresinin bağımlılık düzeyi üzerine etkisi dikkate alındığında öğrencilerin sosyal medya bağımlılıkları ile ilgili bulguların pandemi sonrasında da benzerlik gösterdiği söylenebilir. Bununla birlikte öğrencilerin sosyal medya kullanımlarının ve bağımlılık düzeylerinin azımsanmayacak düzeyde olduğu ve yaşamlarını olumsuz etkilediği de bilinmektedir. Nitekim yapmış olduğumuz çalışmada SMBÖ-YF'dan alınabilecek minimum ve maksimum puanlar dikkate alındığında çalışmaya katılan öğrencilerin sosyal medya bağımlılıklarının orta düzeyde olduğu söylenebilir.

Çevrimiçi platformlarda etkileşim ve sosyal medyanın paylaşım seçenekleri öğrencilerin hayatını kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte sosyal medyanın aşırı kullanımı gençler arasında uzun vadede zihinsel ve fiziksel sorunlara neden olmakta ve gençlerin yaşamını olumsuz etkilemektedir. Öğrencilerin sosyal medyayı ziyaret sayıları ve günlük harcadıkları zaman azaltılırsa, sosyal medya bağımlılığı seviyesinde bir azalma sağlanabilir. Bu durum sosyal medya bağımlılığı ile ilişki durumların belirlenmesini daha da önemli hale getirmektedir. Bu çalışmanın sonuçları sosyal medya bağımlılığı ile ilişkili faktörlerin belirlenmesine yönelik literatüre güncel bilgiler sunmaktadır.

## **Sonuç ve Öneriler**

Araştırma sonuçlarına göre üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin orta seviyede olduğu ve sosyodemografik değişkenlere değiştiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda risk altında olabilecek öğrencilerin belirlenmesi ve sanal ortamda bağımlılık ve karşılaşılabilecek riskler konusunda farkındalık yaratılması önemlidir. Bu çalışmanın sonuçlarının sosyal medya bağımlılığının azaltılmasına yönelik müdahalelerin planlanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Sosyal medya bağımlılığı önleme programları geliştirilerek öğrencilere sosyal medyayı etkin kullanmaları konusunda dersler verilmesi önerilmektedir.

Ayrıca daha geniş örneklemlerle çalışmaların yapılmasının sosyal medya bağımlılığı ile ilgili faktörlerin ve çözümlerin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

Aktan, E. (2018a). Sosyal medya ve sosyal kaygı: Sosyal medya kullanıcıları üzerine bir araştırma. *Selçuk İletişim*, 11(2), 35-53.

Aktan, E. (2018b). Üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Erciyes İletişim Dergisi*, 5(4), 405-421.

Al-Menayes, J. (2015). Psychometric properties and validation of the Arabic social media addiction scale. *Journal of Addiction*, 14(1), 1-6.

Aslan, İ., & Yaşar, M. E. (2019). Bingöl Üniversitesi Öğrencileri Sosyal Medya Bağımlılığı Araştırması. In *International European Congress On Social Sciences-IV* (pp. 346-355).

Aslan, İ., & Yaşar, M.E. (2020). Measuring social media addiction among university students. *International Journal of Contemporary Economics and Administrative Sciences*, 10(2), 468-492.

Bilgili, H.A.S. (2018). Sosyal medya kullanımı ile sosyal medya bağımlılık düzeylerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma: Ege Üniversitesi örneği. *Erciyes İletişim Dergisi*, 5(4), 351-369.

Bodur, H., & Korkmaz, S. (2017). İlahiyat Öğrencilerinde Sosyal Medya Kullanımı ve Dindarlık İlişkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, (30), 329-351.

Bozkurt, İ., & Bozkurt, Ö. (2021). COVID-19 kısıtlamaları sürecinde üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı ve temel psikolojik ihtiyaçlar arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Bağımlılık Dergisi*, 23(2), 181-190.

Çiftçi, H. (2018). Üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(4).

Çimke, S., & Cerit, E. (2021). Social media addiction, cyberbullying and cyber victimization of university students. *Archives of psychiatric nursing*, 35(5), 499-503

Demirbaş, M.B., & Yılmaz, F.K. (2022). Covid-19 Pandemisinin Sosyal Medya Yansımaları: İçerik Analizi Çalışması. *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 218-231.

Dikmen, M. (2021). COVID-19 pandemisinde üniversite öğrencilerinin depresyon düzeylerinin sosyal medya bağımlılığı üzerindeki rolünün incelenmesi: Bir yapısal eşitlik modeli. *Bağımlılık Dergisi*, 22(1), 20-30.

Doğan, U., & Tosun, N. İ. (2016). Lise öğrencilerinde problemlili akıllı telefon kullanımının sosyal kaygı ve sosyal ağların kullanımına aracılık etkisi.

Elphinston, R.A., Noller, P. (2011). Time to face it! Facebook intrusion and the implications for romantic jealousy and relationship satisfaction. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 14(11):631–5. doi: 10.1089/cyber.2010.0318

Griffiths, M. D., & Szabo, A. (2014). Is excessive online usage a function of medium or activity? An empirical pilot study. *Journal of behavioral addictions*, 3(1), 74-77.

Karaevli, H. Okul öncesi öğretmenlerinin covid-19 salgını öncesi ve salgın döneminde internet ve sosyal medya bağımlılığı düzeylerinin incelenmesi. *Atlas Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(12): 62-81.

Kerr, C., Francis, B., Cross, K., Guide, G. C., & Games, I. (2020). Net Call: Internet Gaming Disorder And İnternet Addiction Disorder Are Not The Same. Health. Comparisons Withcoping And Emotion Regulation Strategies. *Behaviour Research Andtherapy*, 44(9), 1301-1320. Doi: 10.1016/J.Brat.2005.10.003

Longstreet, P., & Brooks, S. (2017). Life satisfaction: A key to managing internet & social media addiction. *Technology in society*, 50, 73-77.

Morris, H. (1985). Basic statistics: A modern approach, An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. *Journal of Business and Statistics*, 4(1), 135-140.

Özdemir, Z. (2019). Üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı. *Beykoz Akademi Dergisi*, 7(2): 91-105.

Shaw, M., & Black, D. W. (2008). Internet Addiction: Definition, Assessment, Epidemiology and Clinical Managemen. *CNS drugs*, 22, 353-365.

Su, W., Han, X., Yu, H., Wu, Y., & Potenza, M. N. (2020). Do men become addicted to internet gaming and women to social media? A meta-analysis examining gender-related differences in specific internet addiction. *Computers in Human Behavior*, 113, 106480.

Şahin, C. ve Yağcı, M. (2017). Sosyal medya bağımlılığı ölçeği- yetişkin formu: Geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18(1), 523-538.

Tanrıverdi, H., & Sağır, S. (2014). Lise Öğrencilerinin Sosyal Ağ Kullanım Amaçlarının Ve Sosyal Ağları Benimseme Düzeylerinin Öğrenci Başarisina Etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (18): 775-822.

Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) (2022), [https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-\(BT\)-Kullanım-Arastirmasi-2022-45587](https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hanehalki-Bilisim-Teknolojileri-(BT)-Kullanım-Arastirmasi-2022-45587) (Erişim Tarihi: 23.03.2023)

Uçar, E., Tümer, A., Taner, A., & Balkaya, N. A. (2022).Üniversite Öğrencilerinin Sosyal Medya Kullanımları ile İletişim Becerileri Arasındaki İlişki: Bir Sağlık Bilimleri Fakültesi Örneği. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, 7(1): 9-10.



Ünalın, N. (2022). COVID-19 sonrası Değişen Dijital Alışkanlıklar Normlar ve Yaşanan Küresel Zorluklar. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 8(1), 1-11.

Van den Eijnden, R. J., Meerkerk, G. J., Vermulst, A. A., Spijkerman, R., & Engels, R. C. (2008). Online communication, compulsive Internet use, and psychosocial well-being among adolescents: a longitudinal study. *Developmental psychology*, 44(3), 655.

Wiederhold BK. Using social media to our advantage: alleviating anxiety during a pandemic. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 2020; 23 (4): 197- 8. <https://doi.org/10.1089/cyber.2020.29180.bk>

Xanidis, N., Brignell, C.M. (2016). The association between the use of social network sites, sleep quality and cognitive function during the day. *Comput Human Behav*, 55:121–6. doi: 10.1016/j.chb.2015.09.00

## YIKIM İŞLERİNDE VE DEPREM SONRASINDA YIKILAN BİNALARDA ASBEST TEHLİKESİ VE 2022 YILINDA YÜRÜRLÜĞE GİREN BİNALARIN YIKILMASI HAKKINDAKİ YÖNETMELİĞİN UYGULANMASI VE ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR

**DOÇ. DR. İMRAN ASLAN**

Bingöl üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-5307-4474> ,

### ÖZET

Asbest tozları, mezotelyomaya (akciğer zarı kanseri) veya akciğer kanserine sebep olabilmektedir. Asbest liflerinin akciğere yerleşmesi sonucu tahrişler ve iltihaplanmaları meydana gelmektedir. Asbest maddesinin insan sağlığına verdiği zararlardan dolayı yasal düzenlemeler ile birlikte yasaklanmıştır. Asbest ile ilgili olarak kentsel dönüşümlerde işçi sağlığı ve iş güvenliği ile çevresel risk olarak kategorize edilmiştir. Türkiye’de Binaların Yıkılması Hakkındaki Yönetmelik 1 Temmuz 2022 tarihi itibarıyla yürürlüğe girdi. Bu yönetmelik asbest maddesi hakkında düzenlemeleri de içermektedir. Buna göre, asbest ve benzeri tehlikeli kimyasal içeren imalatlar/kısımlar sökülüp uzaklaştırılmadan yıkım yapılamaz. Bunun dışında daha asbest ile alakalı daha önce çıkarılan yönetmelikler ve standartlar mevcuttur. Bu çalışmanın amacı asbest ile ilgili mevcut durumda uygulamada olan yönetmelik ve standartların gerçek hayatta uygulanıp uygulanmadığını tespit etmektir. Bu amaçla online 40 asbest uzmanına anket uygulanmıştır. Araştırmanın analizinde yüzdeler ve verilen cevapların gruplandırması yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında en önemli eksikler mevzuata uyulmaması, belediye personelinin ve vatandaşların asbest bilincinin düşük olması, sahada etkin yapılmayan denetimler ve yönetmeliğe uyulmadığı durumlarda idari para cezalarının tam olarak belirtilmemesi olarak bulunmuştur. Yapılan çoğu uygulama kâğıt üstünde yapılmakta fakat gerçekte yönetmeliklere uyulmamaktadır. En büyük eksiklik olarak bakanlık denetlemesi görülmektedir. Asbest tespitinde ve uzaklaştırılmasında yetkili sivil toplum kuruluşları (STK), belediyeler, valilik ve çevre bakanlığının koordinasyonunda yapılması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Asbest, Yıkım İşleri, İş Sağlığı ve Güvenliği, Mezotelyoma, Deprem

### GİRİŞ

Asbest veya endüstride bilinen adıyla amyant silisyum, oksijen, hidrojen ve çeşitli metallere oluşmaktadır. Asbest, serpantin grubu (krizotil-beyaz asbest) ve amfibol grubu (krosidolit-mavi asbest, amosit-kahverengi asbest, aktinolit asbest, tremolit asbest, antofilit asbest) olarak iki ana gruptan ayrılmaktadır. Çok yüksek sıcaklığa, kimyasal etkilere ve aşınmaya dayanımı, birçok maddeyle kolaylıkla şekillendirilebilmesi ve düşük maliyet avantajları sebebiyle uzun süre boyunca asbest birçok alanda kullanılmıştır. Tekstil, çimento, kimya alanları, ısı, ses ve yangın izolasyonu, sac ve boru yapımı, balata, gemi ve vagon üretimi vb. bir çok alanda kullanılabilmektedir (CSGB, 2023 ; Turk Loydu, 2016). Asbest yüksek gerilme direnci, düşük ısı geçirgenliği, elastik yapısı, kimyasallara karşı dirençli olması ve ucuz olması nedeniyle özellikle inşaatlarda yaygın olarak kullanılmıştır. Yapılarda, asbest dış yüzeyler( çatı kaplamaları,

cam macunları, cephe giydirmeleri, duvarlarda); iç yüzeylerde( akustik tavan püskürtmeleri, dokulu boyalarda, ısı yansıtıcılarda); izolasyon( çatı yalıtımı, duvarlar); elektrik ekipmanları( prizler, şalter kutuları, kabloların izolasyonu, gömme aydınlatmalarda, ana panel ve sigortalarda); döşemeler( fayanslar, asbestli vinil döşemeler); kazanlar, ısıtıcılar ve borular( ısı kaynağını kaplama, hava kanalları kaplaması, kapılarda, boru kaplamalarında) ve çeşitli ev aletleri( su ısıtıcıları, davlumbaz, kurutucular, bulaşık makineleri, fırınlar, şömine iç yalıtımı) kullanıldığı yaygın bölgelerdir (Asta, 2023; İnmez,2021; Meslekhastaligi, 2023a;Türk Toraks Derneği , 2017). Dünyada asbest en yüksek oranda %34'ü çatı kaplama malzemelerinde, %23'ü sürtünme ile ilgili malzemeler için, %15'i asbestli çimento yapımı,%8'i gaz maskesi yapımında kullanılmaktadır ve kalan asbest kullanımı ise diğer iş kollarına dağılmıştır (Konak, 2017).

İnorganik olan asbest lifler vücuda genellikle solunum ve sindirim yoluyla ile girmekte ve başta akciğer olmak üzere birçok organda kanser dâhil hastalıklara sebep olmaktadır. Asbest Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi tarafından Grup 1A kanserojen olarak belirlenmiştir. Akciğere giren iğnemsiz asbest lifleri tahriş ve iltihaplanmalara sebep olmaktadır. Asbest akciğerlere zarar vererek akciğer zarları arasında sıvı toplanmasına, kireçlemeye, akciğer zarının kalınlaşmasına ve akciğer dokusunda bağ dokusu oluşturan hastalıklara sebep olmaktadır. İlk olarak tersane işlerinde çalışanlarda tespit edilen asbest, akciğer kanseri, akciğerde kontrol edilemeyen hücre büyümesi sonucu kotu huylu tümörler, malign mezotelyoma (akciğer zarı kanseri), asbestoz (akciğer dokusu içerisinde asbest liflerinin birikmesi), plevral reaksiyonlar, asbestin neden olduğu dermatozlar, parenkimal akciğer hastalıkları, diğer tümörler (Gastrointestinal Sistem (GİS), böbrek, larinks vs.), immünolojik değişiklikler, perikardiyal sıvı-kalınlaşması, yumurtalık kanseri hastalıklarına sebep olabilmektedir. Asbest soluduktan sonran hastalık 10-40 yıl arasında gelişebilmektedir ve başlangıçta solunan asbestin farkına varılmamaktadır (Akboğa-Kale, Güranlı & Baradan, 2017; Asta, 2023; CSGB, 2023; Demir vd., 2018; Konak, 2017; Turk Loydu, 2016; Türk Toraks Derneği , 2017). Asbest lifleri genellikle solunum yolu ile alındığında zarar vermektedir. Sindirim yoluyla alındığında zarar verdiğine veya vermediğine dair net bulgulara henüz ulaşamamıştır.

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) göre asbest Dünyada her yıl yaklaşık 100,000 kayba sebep olduğu tahmin edilmektedir. Asbestin sebep olduğu hastalıklar için Almanya'da yılda 290 milyon Euro ve Japonya'da toplam 27 milyar Yen harcanmıştır (Akboğa-Kale, Güranlı & Baradan, 2017). Avrupa'da asbestle mücadele 1980 yıllarda başlamış ve 1999 yılında yayımlanan direktifle (1999/77/EC) tüm Avrupa Birliği ülkelerinde tüm asbest çeşitlerinin kullanımının ve pazarlanmasının yasaklanmıştır ve bu yasa 1 Ocak 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Yeşilyurt, 2016). Türkiye'de asbest kullanımını 2010 yılında(31 Aralık 2010 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere) yasaklanmıştır dolayısıyla 2011 yılı öncesi binalar risk teşkil etmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ilgili mevzuatındaki hükümlerine göre asbestin çıkarılması, islenmesi, satılması, üretilmesi, ihtilatı, ihracı ve islenmesi yasaktır (Türk Toraks Derneği , 2017). Türkiye'de 2011 yılına kadar 1,200,000 ton asbest hammaddesi ithal edilmiştir (Demir , 2016). Gerekli etkin önlemler alınmazsa asbest kaynaklı hastalıklar, ülkenin sağlık sistemi üzerine ciddi maliyetler getirecek ve birçok insanın ölmesine sebep olacaktır.

Asbeste maruziyet dört farklı şekilde: asbestli hammaddenin çıkarılması, asbestli ürünlerin üretilmesi ve takılması, asbestli ürünlerin olduğu yerlerde tamirlerin yapılması ve sökülmesi ve binaların eskimesinden olabilmektedir( Berry vd., 2022). Asbest yönetimine ilişkin ulusal mevzuat : çevre yönetimi, işçi sağlığı ve güvenliği yönetimi, şehircilik-imar-afet yönetimi, sağlık hizmetleri temel kanunu, uluslararası sözleşmeler ve standartlardan oluşmaktadır (Demir vd., 2018). 25 Ocak 2013 tarihinde yayımlanan “*Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri*” hakkındaki yönetmeliğe göre, yıkımdan önce risk değerlendirmesi, uzman kişiler tarafından söküm, yıkım, tamir, bakım ve uzaklaştırmanın yapılması, gerekli kişisel koruyucular sağlanması ve asbestli tozun çalışma alanının dışına çıkmaması gerekmektedir. Asbestli ürün kapalı bir alanda 1 m<sup>3</sup>'de 20.000.000 lif açığa çıkmaktadır. Tahmini olarak her 4 inşaat işçisinden 1'inin asbeste maruz kaldığı düşünülmektedir (Meslek Hastalığı, 2023a).

Asbestli malzemelerin varlığından şüphe edilen binalarda ve kısımlarda saha değerlendirmesi yapılır ve numune alınır. Asbest tespit edilmesi durumunda asbest söküm uzmanları nezaretinde asbestli malzemeler sökülür (CSGB, 2023). Asbest işini yapmaya Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelikte; “*Asbest söküm çalışanı: Bakanlıkça kurulan komisyon tarafından oluşturulan eğitim programını tamamlamış ve kurs bitirme belgesi almış çalışanı*” kişiler yapabilir. Asbest konusunda çalışanlara asbestin tanımı, türleri, karşılaşılan malzemeler, asbestin insan sağlığına etkisi, asbest sökümünde çalışanların hazırlanması, asbestten korunma, asbest söküm platformları ve asbest atıklarının bertaraf konusunda 6 saatlik eğitim verilir(Konak, 2017). İş güvenliği uzmanlığı sertifikası olan kişiler İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (İSGÜM) tarafından düzenlenen asbest sökümü eğitimine katılmakta , Asbest söküm uzmanı: “*Yönetmelik kapsamında belirtilen işlemlerin uygulanması aşamasında işveren tarafından sorumluluk verilen, Bakanlıkça kurulan komisyon tarafından oluşturulan eğitim programını bitirip, sınavda başarılı olarak kurs bitirme belgesi alan kişiyi*”, belgesini almaktadır. Bu eğitimde, asbestin özellikleri ve kullanımı, asbestin insan sağlığına etkisi, asbestli malzemeler ve kullanılan işler, risk değerlendirmesi, asbest sökümünde kullanılan platformlar, asbestli malzemelerin sökülmesi, asbest sökümü sırasında çalışanların korunması, asbestli ürünlerin depolanması ve söküm sonrası yapılması gerekenler konusunda eğitimler verilmektedir. Her 5 yılda bir 6 saatlik yenileme eğitimi alırlar (Konak, 2017). Asbest numune alma ve ölçüm işleri akredite olmuş ve İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü'nce (İSGGM) yetkilendirilmiş laboratuvarca alınan numunelerde asbest tespiti Polarize Işık Mikroskobu (PLM), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), Transmisyon Elektron Mikroskobu (TEM) veya Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) ile yapılabilir (CSGB, 2023). Asbest tespiti durumunda iş yerinin bulunduğu Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğüne bildirimde bulunulur (CSGB, 2023). Çalışanın kişisel maruziyetinin belirlenmesi belirlemek amacıyla çalışanın solunum seviyesinden alınan hava numuneleri Faz Kontrast Mikroskobu (PCM), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) veya Transmisyon Elektron Mikroskobu (TEM) ile yapılabilir ( CSGB, 2023). Asbestle çalışılan işyerlerinde işverenler asbest sökümünde görev alanların kayıtlarını 40 yıl süreyle saklaması gerekir (Konak, 2017).

Bu çalışmanın amacı kentsel dönüşüm ve 2023 yılında Kahramanmaraş ve Hatay depremleri ile gündeme gelen asbest hakkında mevcut yönetmelikler ve işleyişleri hakkında bilgi toplamak

ve yönetmelik ve yapılan uygulamaların yeterli olup olmadığını ortaya çıkarmaktır. Ayrıca yapılan çalışma ile önerilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 40 asbest söküm uzmanına ankete uygulanmıştır. Araştırma bulgularının, belediyeler ve asbest ile ilgili diğer karar vericilere bu alanda geliştirilecek stratejiler ve yasal düzenlemeler konusunda destekleyici kaynak olması beklenmektedir.

## KENTSEL DÖNÜŞÜM VE ASBEST SORUNLARI

Asbest içeren yapı malzemeleri, genellikle yenileme, yıkım veya ıslah yoluyla birçok bölgede en önemli risk olarak tanımlanmıştır (Berry vd., 2022). Asbest söküm işleri TS 13895 Asbest İçeren Malzemelerin Sökümü ve Asbest Bertaraf Yöntemleri Kılavuzuna uygun olarak yapılır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013). 28539 sayılı ve 25.01.2013 tarihli Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik ile asbest konusunda yapılması gereken tüm aşamalar belirtilmiştir (Resmî Gazete, 2013). TSE 13895 kılavuzuna göre, söküm şantiyesinin uygunluğu, kullanılacak ekipmanların uygunluğu, komşu çevrenin korunması, sahada ortam havasının gözlemlenmesi ve günlük hava kontrollerinin yapılması ve raporlanması, sahanın tamamen asbestten arındırılmasını ve "*Asbest mevcudiyeti yoktur – asbestos free*" belgesinin düzenlenmesi ve bu belgelerin Çalışma ve İŞKUR il Müdürlüklerine gönderilmesi gerekiyor.

Yıkım sırasında organik ve inorganik tozlar ve hafriyatlardaki bazı mineraller ve kimyasallar kimyasal gazların oluşmasına sebep olabilmektedir (Üzmezoglu & Ocaktan, 2017). Asbestin nerede daha çok gözükmeye ihtimali yüksek ise oralardan numune almak gerekir. Örneklem sayısı Binada Mevcut Oda Sayısı veya Oda Ebatları (m<sup>2</sup>) göre alınır. Asbest analizlerinin ISO/IEC 17025 akreditasyonuna ve İŞGÜM yetki belgesine sahip laboratuvarlarda yapılması gerekir (Türk Loydu, 2016). Binaların yıkılması hakkındaki yönetmelikte, yıkımda asbest ve diğer tehlikeli atıkların tespiti ve sökümü Madde 16'ya göre yıkıma geçmeden önce asbest içeren imalatlar için asbestin türünü, miktarını ve yerini belirlemeye yönelik envanter çalışması yapılması zorunludur. Numunelerin analizi, Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından katı numunede asbest tür tayini parametresinden yetkilendirilmiş bir laboratuvar tarafından yapılır. Asbest tespit edilen binalardaki asbestli kısımlar yıkımdan önce sökülür ve ayrı olarak toplanır ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik hükümlerine göre bertaraf edilir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013). Yıkım işlemleri sırasında Madde 19'ya göre yıkım yapılırken yıkımdan elde edilen malzemelerin geri kazanılması esastır. Yıkım sırasında yıkım işlemleri sırasında gürültü, toz ve görüntü kirliliği ile ilgili olarak önlemlerin alınması gerekmektedir. Asbest içeren malzemeler konusunda kullanıldığı binaların yıkımı, sökümü, tamir ve tadilatı sırasında Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 25 Ocak 2013 tarihli ve 25328 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik esaslarına uyulur. İçerisinde asbest bulunan Tehlikeli Atıkların Toplanması ve Bertarafı, Madde 22 – "*İnşaat/yıkıntı atıkları içerisinde bulunan asbest, boya, florasan, civa, asit ve benzeri tehlikeli atıklar diğer atıklardan ayrı olarak toplanır ve Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine göre bertaraf edilir*" (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004).

Hafriyat toprağı ve inşaat/yıkıntı atıkları üreticileri, Madde 9: Hafriyat Toprağı ve İnşaat/Yıkıntı Atıkları Üreticilerinin Yükümlülükleri kısmında atıkların çevre ve insan sağlığına yönelik olumsuz etkilerini en az olacak şekilde yönetmeliğe göre yapılması gerekmektedir. Atıkların oluşumu, taşınması ve depolanması aşamalarında gerekli izinleri ve onayları almak, faaliyetleri sırasında atıkları bileşenlerine göre ayrı toplamak gerek gerekir. Yapı sahibi taşıma ve kabul belgesini almakla, atıklarını belediyenin veya mülki amirin izin verdiği geri kazanım veya depolama tesisine dökmek, yapılacak harcamaları karşılamak, taşınma sırasında oluşacak kazalardan kaynaklanan zararlar ve oluşacak hava kirliliğini gidermekle yükümlüdür. Asbestli bina yıkımlarında söküm, yıkım, tamir, bakım ve uzaklaştırma işlerinde teknik önlemler alınmasına rağmen, havadaki asbest konsantrasyonunun asbest yönetmeliğinde belirtilen sınır değeri aşabileceği söküm, yıkım, tamir, bakım ve uzaklaştırması durumunda işveren; uygun kişisel koruyucuların kullanılması, sınır değer aşılması ihtimali olan yerlere uyarı levhalarının konulması, asbest veya asbestli malzemeden çıkan tozun, tesis veya çalışma alanı dışına yayılmasını önleme, bu maddede belirtilen işlere başlamadan önce, çalışanları veya temsilcilerini bilgilendirilmesi gerekiyor. Yıkımlarda, yıkım işleminin; çevre ve sağlık şartlarına aykırı olduğu durumda mal emniyetini tehdit ettiğinin ilgili idaresince tespit edilmesi halinde, 3194 sayılı İmar Kanununun 42'nci maddesinin üçüncü fıkrasına göre idari para cezası uygulanır. Türk Ceza Kanunu 181( Çevrenin kasten kirletilmesi ) maddesine göre çevreyi kasten kirletenlere 6 ay-2 yıla kadar, atıkları izinsiz olarak ülkeye sokanlara 1-3 yıl ve atıkların çevrede kalıcı özellikler göstermesi halinde cezalar iki kati olacak şekilde hapis cezası ile cezalandırılır. İnsan veya hayvanlar açısından tedavisi zor hastalıkların ortaya çıkmasına, üreme yeteneğinin körelmesine, hayvanların veya bitkilerin doğal özelliklerini değiştirmeye neden olan durumlarda ise beş yıldan az olmamak üzere ve bin güne kadar adli para cezası uygulanır. Türk Ceza Kanunu 182 (Çevrenin taksirle kirletilmesi) maddesinde çevreye zarar verecek şekilde atıkların 2 ay- 6 yıl ve insan veya hayvanlar açısından tedavisi zor hastalıkların ortaya çıkmasına sebep olması durumunda ise 1-5 yıl arası hapis cezası uygulanır (İnmez , 2021).

Söküm firmaları işe başlamadan önce bir söküm planını hazırlamaları gerekiyor. İşin çeşidi ve tahmini süresi, yürütüleceği yer, asbestli zararlı maddelerin nasıl söküleceği ve uzaklaştırılacağı, kullanılacak ekipmanların özellikleri, çalışanları korunması ve ortamda ve yakında bulunan diğer kişilerin korunmasına yönelik planlama yapılması gerekiyor. Söküm firması Tehlikeli Atık Bertaraf Sözleşmesi ve İş Güvenliği Uzmanı Hizmet sözleşmesi de hazırlamak zorundadır. Asbestli ürünler yıkım bölgesinden uzaklaştırıldıktan sonra söküm firmasına kentsel dönüşüm uygunluk sertifikası verilir ( Turk Loydu, 2016). Asbest tespit edilen alanlarda çalışma sırasında çalışma alanının ayrılması, uygun elbise, maske, hijyenik tertibatların kullanılması, sanayi süpürgesi ve havalandırma tertibatının kurulması, bağlayıcı madde püskürtülmesi, yıkım sırasında ıslatma, negatif basınç vb. yöntemler göz önüne alınarak temizlenmeli, daha sonra kapalı ambalajlarda ve asbestli malzemeler için ayrılmış alanlara dökülmelidir( Türk Toraks Derneği , 2017; Yeşilyurt, 2016). Asbestli ürünlerin kanserojen özellikleri yüzünden, yayılması veya malzeme geri kazanımına uygun değildir, bu yüzden ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri bir şekilde bertaraf edilmesi gerekiyor(Konak, 2017).

## DEPREM VE ASBEST TEHLİKESİ

Depremler beklenmedik durumlarda ortaya çıktıklarından mevcut yıkım işlerindeki yönetmeliği ve asbest yönetmeliğini uygulamak pek mümkün olmamaktadır. Yıkılan binalar arasından asbestli malzemeleri tespit etmek imkânsızlaşmaktadır. Ayrıca hasar gören binalarda asbest numunesi almak ve asbestli ürünleri sökmek tehlike arz etmektedir. Bu yüzden deprem sırasında meydana gelen yıkımlardan kaynaklanabilecek asbest tehlikesine karşı tedbirli olmak gerekir ve asbest yayılımı en düşük seviye düşürülmelidir. Burada temel iki durum söz konusudur: birincisi hafriyatın kaldırılması ve nakil edilmesi ikincisi ise uygun bir döküm ve depolama alanın tespit edilmesidir.

Asbest işleri yapılan imalat firmalarına yakın yerlerde asbest ile hastalıklar daha sık gözükmetedir(Akboğa-Kale, Güranlı & Baradan, 2017). Deprem bölgesinde yoğun toz bulutları asbest ve kurşun gibi birçok kimyasal madde içerebilmektedir. Dolayısıyla deprem sonrasındaki hafriyatların uygun yöntemlerle kaldırılması gerekir. Ayrıca yıkılacak binalarda toz yayılımı en düşük düzeye düşürülmelidir. Sıradan bir işçinin dozer kullanarak asbest kaldırması yüksek oranda tozun havaya yayılmasına sebep olacaktır. Deprem sonrasında akciğerlerde biriken bu tozlar sonraki süreçte 10-20 senede akciğer kanseri veya 25-30 senede akciğer zarı kanseri (mezotelyoma) sebep olabilir. Enkaz kaldırma işlerinin profesyonel kişilerce yönetilmesi gerekir. Depremden yıkılan binalarda birçok asbest ve cıva, kurşun vb. daha tehlikeli maddeler içeren molozların yerleşim yerlerinden uzak bölgelere dökülmesi gerekir. Asbest tozları rüzgârla daha uzak bölgelere taşınabilmektedir ve insanlar bunları solabilmektedir. Bu molozlardan çıkacak tozlar silikozise de sebep olabilir. Silika tozları kot taslama/kumlama işlerinde meslek hastalığı olarak kabul edilir. Bu hafriyatın yerleşim bölgelerine, yeraltı ve yerüstü sularına uzak olmalıdır. Bu molozlar ve atıkların sulara ve nehirlere akmaması sağlanmalıdır. Depolanacak yerin üzeri ve altına membranla geçirgenliğinin kaldırılması gerekir ve bunu toprakla dahi kaplamak yeterli olabilir (Akkurt, 2023 ; Ergör, 2023 ; Ensari , 2023; TÜSAD, 2023). Deprem bölgesinde sahada çalışan tüm profesyoneller ve gönüllüler ilk günlerde asbeste ve diğer tehlike tozlara karşı maske kullanmadı. Tüm aramalar, enkaz kaldırma ve yıkım işlerinde FFP2 ve FFP3 tipi maske maskelerin kullanılması gerekir. Ayrıca hafriyatı kaldıran operatörlerin tulum giymesi gerekir. Sulama eşliğinde kaldırılma işlemi yapılmalı ve maruz kalan kişilerin de koruyucu ekipman kullanmalıdır (Ensari , 2023; TÜSAD, 2023 ).

## MATERYAL METOD

Türkiye’de 2023 yılı itibarıyla 643 (<https://www.csgeb.gov.tr/media/90071/asbest-sokum-uzmanlari-listesi-2022-kasim.pdf>) asbest söküm uzmanı vardır. Bu çalışma anket yöntemi kullanılmıştır ve anket 18.01-15.03.2023 arasında 40 kişiye uygulanmıştır. Asbest sertifikasına sahip kişilerin veya asbestle ilgili bir laboratuvarında çalışan kişilerin bu anketi doldurulması istenmiştir. Anket, İş sağlığı ve güvenliği (İSG) uzmanlarının ve asbest uzmanlarının kayıtlı olduğu WhatsApp gruplarında paylaşılmıştır. Ankette, açık uçlu sorular yöneltilmiştir, bu şekilde, 2022 yılında yürürlüğe giren Binaların Yıkılması Hakkında Yönetmeliğin ilgili kısımlarının ve asbestle ilgili diğer yönetmelikler ve standartların sahadaki mevcut işleyişi

hakkında bilgilerin toplanması amaçlanmıştır. Ayrıca katılımcıların mevcut yönetmelikte bulunan eksiklerin nasıl geliştirebileceğine yönelik fikirlerini beyan etmeleri istenmiştir.

Çalışma kapsamında katılımcıların bir kısmı sorunun tamamına cevap vermemiştir. Bu çalışmada, ilgili sorunun cevap verilen kısmındaki toplam cevaplar temel alınarak yüzdeler hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında toplamda 13 adet soru sorulmuştur ve son iki soruya ait sonuçlar sözel olarak açıklanmıştır.

## BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın bulguları 2022 yılında yürürlüğe giren binaların yıkılması hakkındaki yönetmelik ve asbest konusundaki mevcut yönetmelikler ve uygulamalar hakkında önemli bulgular sunmaktadır. Deprem sırasında görsel ve sosyal medya üzerinde yayılan videolarda toz bulutlarının alanları kapsadığı ve birçok kişinin bu enkazları izlendiği gözlemlenmiştir. Ayrıca deprem ilk günlerinde kurtarma çalışmaları sırasında gerekli kişisel koruyucuların ve maskelerin takılmadığı tespit edilmiştir. Deprem öncesinde de bazı yıkımların yönetmeliğe göre yapılmadığı ve ortama çok toz yaydıkları gözlemlenmiştir. Dolayısıyla yıkım işlerinde görev alan kurtarma personeli, hafriyat temizleyen işçiler ve bu bölgelerde yaşayanların yüksek oranda asbest ve diğer sağlığa zararlı tozlar ve kimyasallara maruz kaldığı tahmin edilmektedir. Çalışmada sorulan soruların cevapları çizelge 1’de özet olarak gösterilmiştir.

**Soru 1:** 2022 Yılında çıkarılan binaların yıkılması hakkındaki yönetmelik asbest konusunda ihtiyacı karşıladı mı? Mevzuata uyuluyor mu? Tespit ettiğiniz eksikler ve önerileriniz nelerdir?

Bu soruya 15 kişi cevap vermiştir ve katılımcıların %66.6 ihtiyacı karşıladığını beyan etmiştir. Ancak mevzuata uyuluyor mu sorusuna cevap veren 22 kişiden %90.9 hayır diye cevap vermiştir. Mevzuata uyulmaması konusunda en önemli tespitler belediye personelinin asbest bilincinin düşük olması, sahada etkin yapılmayan denetimler ve yönetmeliğe uyulmadığı durumlarda idari para cezasının tam olarak belirtilmemesi olarak belirtilmiştir. Bir katılımcı bu yeni yönetmeliğin asbest konusunda ihtiyacın karşılanmasında yardımcı olduğunu ancak, yönetmelikte boşluklar da mevcut ve uyulmadığı son depremlerle birlikte net bir şekilde görülmektedir diye belirtmiştir. Molozların üzerine konteyner kentlerin kurulması ve kimsenin müdahale etmemesi, yıkımların kontrolsüz yapılması vb. yeni mevzuata uyulmadığını göstermektedir.

### Çizelge 1. Asbest ile alakalı 2022 yılında yürürlüğe giren binaların yıkılması yönetmeliği ve diğer yönetmeliklerin ve standartların değerlendirilmesi

No	Soru	Cevaplar	%	Tespitler/ Eksiklikler
1	2022 yılında yürürlüğe giren binaların yıkılması hakkındaki yönetmelik asbest konusunda ihtiyacı karşılaması ve mevzuata uyulması	İhtiyacı karşıladı	%66.6	-Belediye personelinin asbest bilincinin düşük olması -Denetimsizlik -İdari para cezasının tam olarak belirtilmemesi
		İhtiyacı karşılamadı	%33.4	
		Mevzuata uyuluyor	%9.1	
		Mevzuata Uyulmuyor	%90.9	
2	Asbest ile ilgili olarak kentsel dönüşümlerde İSG ile	Gerekli önlemler alınıyor	%13.8	- Yönetmelik uygulanmıyor - Düşük bilinçli



	çevresel riskleri tespit etmeye olanak sağlanması ve önlemlerin alınması	Gerekli önlemler kısmen alınıyor	%11.2	-Bazı belediyelerde denetimleri yetersiz
		Gerekli önlemler alınmıyor	%75.0	-Uygulamalar kâğıt üstünde - Sulama sistemi eksikliği - Cezai işlem yok (caydırıcılık yok)
3	Binalar yıkılmadan önce asbest içerip içermediğine yönelik tespitler	Yapılıyor	%8.5	-Çoğu kâğıt üstünde
		Yapılmıyor	%37.5	-Doğru yapılmıyor ve sadece beyan esas alınıyor
		Kısmen yapılıyor	%42.5	-Ağır yaptırımlar eksik
4	Binaların yeni yönetmeliğe göre yıkılıyor ve asbest sökümü yapan firmalar İSG kuralına uyması	Uyuluyor	%29.4	- Süreç evrak üzerinde ilerliyor
		Kısmen	%29.4	-Söküldüğüne dair denetim eksikliği
		Uyulmuyor	%41.17	- Eksik ekipmanlar -İSG konusunda esnek davranılıyor -Kontrolsüz yıkımlar
5	Asbestli çalışmalarda bildirim ve iş planı	Evet	%54.2	-Yapıldığına dair denetim yok
		Hayır	%45.8	-Teorikte var
6	Asbestli atıklar yönetmeliğe göre etiketlenme ve ambalajlanma	Evet	%30.7	- Bildirim yapılanlar
		Kısmen	%35.8	-Denetleme eksikliği var
		Hayır	%33.3	-Düşük bilinçten dolayı yapılmıyor
7	Asbestli atıkların depolanması ve bertaraf edilmesi	Evet	%25.7	- Bildirimi yapılanlar için evet
		Kısmen	%48.5	-Denetleme yok
		Hayır	%25.7	-Cezai işlemler yeterli değil caydırıcılık yok
8	Yıkımlar sırasında teknik önlemlerin yeterliliği	Yeterli	%25.0	-Caydırıcı yaptırımlar yok
		Yetersiz	%75.0	-Düşük farkındalık ve bilinç -Bağlantıyı tam kesmiyorlar
9.	Asbest tespiti yapan firma ve kişilerin sorumluluğu ve yanlış tespit durumlarında cezai yaptırım	Sorumluluk var	%11.5	- Sorumluluk yasada var, tanımlı ve açık bir cezai durum yok ve uygulama eksik
		Sorumluluk yok	%88.5	- Cezai yaptırımlar söz konusu ancak caydırıcı değil
		Cezai yaptırım var	%20	- Denetim yok ve numunelerin nereden nasıl alındığı belli değil.
		Cezai yaptırım yok	%80	
10	Her firmanın asbest sökümü yapması ve teknik kriterler ve standartlar mevcudiyeti	Yapamaz	%82.7	- Hiç bir kriter mevcut değil.
		Yapar	%17.3	-Asbest söküm uzmanı çalıştırması gerekli.
11	Belediyelerin asbest mevzuatına uyması	Evet	%3.4	-Belediyeler ciddi olarak yaklaşmıyor ve denetime çıkılmaması
		Hayır	%44.8	
		Kısmen	%51.72	-Belediyelerde bilgi, deneyim ve farkındalık eksik

**Suru 2:** Bu yönetmelikte asbest ile ilgili olarak kentsel dönüşümlerde işçi sağlığı ve iş güvenliği ile çevresel riskleri tespit edilmeye olanak sağlıyor mu? Gerekli önlemler alınıyor mu? Sahada gördüğünüz eksikler nelerdir?

Bu soruya cevap veren 36 katılımcının %75.0 kısmı gerekli önlemlerin alınmadığını belirtmiştir ve yönetmeliğin tam olarak uygulanmadığını belirtmişlerdir. İşçilerin ve çevrede yaşayanlar bu konuda bilinçli olmaması, bazı belediyelerde denetimlerinin yetersiz olması, uygulamalar kâğıt üstünde olması, sulama sistemi eksikliği ve caydırıcılık sağlayacak cezai işlemlerin eksikliğinden kaynaklandığını belirtmiştir.

Bazı katılımcılar, yönetmelikte yeterli olduğu fakat gerekli önlemler yeterince alınmadığını belirtmiştir. Binalar yıkılırken gerekli sulama çalışmaları, asbest uzmanları, operatörler ve bölge halkının kişisel koruyucu donanımı kullanmaması önemli eksikler olarak belirtilmiştir. Çoğu projede gerekli önlemler alınsa da güvenlik kültürünün oluşmamasından kaynaklı tehlike önemsenmemektedir. Gerekli önlemler alınmıyor ama alınmış gösteriliyor ve kâğıt üzerinde her şey tamam olarak gösteriliyor. Bu yüzden, denetim ve onay veren yetkililer sahaya çıkması gerekiyor ve denetimleri yapması gerekir. En büyük eksiklik olarak bakanlık denetlemesi görülmektedir. Beyana esas olması biraz kötü etkiliyor. Yerel idarelerin tutumu çok değişiyor ve bazı belediyeler denetlerken, bazıları ise umursamıyor. Bir katılımcı, “İzmir’de 30 Ekim 2020 depremi sonrasında 2000 civarında hasarlı bina yıkıldı ve neredeyse hiç biri yönetmeliğe uyularak yıkılmadı” şeklinde cevap vermiştir.

**Soru 3:** *Binalar yıkılmadan önce asbest içerip içermediğine yönelik tespitler yapılıyor mu?*

Binalar yıkılmadan önce asbest içerip içermediğine yönelik tespitler sorusuna cevap veren 35 kişiden %42.5 kısmen ve %37.5 yapılmadığını belirtmiştir. Yapılanların çoğunun kâğıt üstünde ve doğru yapılmadığı düşünülmektedir. Ağır yaptırımların eksikliği ve sadece beyanın esas alınması işinin ciddiyetini azaltıyor. Bir katılımcı, belediyelerin keyfiyetine kalmış, büyük çoğunluk ve ilçe belediyeleri istemiyor, bilhassa Anadolu illerinde ve ilçelerinde asbest tespitine yönelik bir şey yapılmıyor diye belirtmiştir. Başka birisi ise ülke genelinde maalesef yüzde 10 belediye bu tespitleri yaptırıyor cevabını vermiştir.

**Soru 4:** *Asbest içerdiği tespit edilen binaların yeni yönetmeliğe göre yıkılıyor mu? Asbest sökümü yapan firmalar iş güvenliği kurallarını uyguluyor mu? Nasıl söküm yapıyorlar?*

Çizelge 1 de gösterildiği gibi, bu soruya 34 kişi cevap vermiştir ve bunların %41.17 yeni yönetmeliğe göre yapılmadığını belirtmiştir. Asbest tespit edilse dahi oradan sökölüp sökölmediğini denetleyen hiç bir kurumun olmadığı belirtilmiştir. Birçok asbest firması ticari kaygılardan dolayı iş güvenliği kurallarını esneterek işlemler yapabiliyorlar ve sadece yönetmelik değil ilgili standartlara da uyulmuş gibi gösterilerek söküm yapılıyor. Başka bir katılımcı, asbest söküm işi lisanslandırılmağı için ekipmana sahip olmayan firmalar kurallara uymadan söküm yapıyorlar ve ekipmana sahip olmayan firmalar kurallara uymadan söküm yapıyorlar. İzolasyon sistemi kurulması yerine inşaat yıkım alanına su tutuluyor. Bol sulama çalışması yapmadan, bölgeden geçişi yasaklamadan, kişisel koruyucu donanım kullanmadan söküm yapıyorlar. Akboğa-Kale, Güranlı & Baradan (2017) asbestli kaplamalar ve ürünlerde zımparalanma işlemi uygulanmaması gerektiğini belirtmiştir.

**Soru 5:** *Asbestli çalışmalarda bildirim ve iş planı yapılıyor mu ?*

Asbestli çalışmalarda bildirim ve iş planı sorusuna 35 kişi cevap vermiştir ve %54.2 evet şeklinde cevap vermiştir. Ancak, yapıldığına dair denetim eksikliği ve teorikte var olması en önemli eksikler olarak belirtilmiştir. Bir katılımcı mevzuat asgari gerekçelerini karşılandığını belirtmiştir.

**Soru 6:** *Asbestli atıklar yönetmeliğe göre etiketleniyor mu ve ambalajlanıyor mu ?*

Bu soruya 39 kişi cevap vermiş olup %35.8 kısmen yapıldığını belirtmiştir. Bildirim yapılanlar yönetmeliğe uygun ambalajlandığı, fakat denetleme eksikliği ve düşük bilinçten dolayı eksikliklerin olduğu belirtilmiştir. Çünkü çalışanlar asbestin riskleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı iddia edilmiştir.

**Soru 7:** *Asbestli ürünler yönetmeliğe göre depolanıyor mu ve asbestli atıkların yönetmeliğe göre bertaraf ediliyor mu?*

Bu soruya 35 kişi cevap vermiştir ve %48.5 kısmen olarak cevap vermiştir. Bildirimi yapılanlar uygun bir şekilde depolanmakta ve bertaraf edilmekte olduğu belirtilmiştir. En büyük eksiklik denetleme ve cezai işlemlerin caydırıcı olmaması olarak belirtilmiştir. Asbest sökümü yapılırsa kesinlikle uygun depolanıp bertaraf yapıldığı belirtilmiştir.

**Soru 8:** *Sizce yeni yönetmeliğe göre asbestli binalar yıkılırken alınan teknik önlemler yeterli mi? Hangi farklı teknik yöntemler önerirsiniz?*

Bu soruya 32 kişi cevap vermiştir ve %75.0 yetersiz bulmuştur. Yönetmeliğe göre denetim eksikliği, caydırıcı yaptırımların olmaması, düşük farkındalık ve bilinç ve bağlantıyı cezaların tam olarak kesmemesi en önemli sebepler olarak bulunmuştur. Yönetmelikte; "(7) Yapılardaki, asbest ve benzeri tehlikeli kimyasal içeren imalatlar sökülüp uzaklaştırılmadan ve Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliğine göre seçici yıkım yapılmadan ana yıkıma geçilemez." maddesi var. Asbestli binalar Çevre Bakanlığından ilgili kişilerin denetiminde yıkılmalıdır. Asbestli binaların yıkımı öncesinde planlama yapılmalı ve geçici süre çevredeki insanların uzaklaştırılması sağlanmalıdır. Yönetmelik sadece ilgili TSE standardına atıf yapmakla yetinmiş bu durum eksiktir ve bu açıdan ekinde söküm tekniğine ilişkin ek olmalıdır. Mal sahipleri ve müteahhitlere eğitim verilmeli ve bilinçlendirmek gereklidir. Seçici yıkım, kat eksiltme, çevre sağlığı ve güvenliği önlemleri, güvenlik perdesi, toz bastırma cihazları vb. kullanılmalıdır. Yıkımın yapılacağı semt halkı uyarılıp, bilgilendirilmesi gerekir. Asbest söküm uzmanları eşliğinde çalışmaların olması önerilmiştir.

**Soru 9:** *Asbest tespiti yapan firma ve kişilerin sorumluluğu var mı? Yanlış tespit durumlarında herhangi bir cezai yaptırım söz konusu mu?*

Asbest tespiti yapan firma ve kişilerin sorumluluğu kısmını 26 kişi cevaplamış ve %88.5 sorumluluk olmadığını belirtmiştir. Yanlış tespit durumlarında herhangi bir cezai yaptırım kısmını 10 kişi cevap vermiş %80 yok diye belirtmiştir. Cezai yaptırımlar söz konusu ancak caydırıcı değil, sorumluluk yasada var ama uygulama eksik yeterli açık bir cezai işlem yok ve denetim eksik. Ayrıca numunelerin nereden nasıl alındığı belli değil.

**Soru 10:** *Önüme gelen her firma asbest sökümü yapabilir mi? Herhangi teknik kriterler ve standartlar mevcut mu?*

Bu soruyu 29 kişi cevap vermiştir ve %82.7 yapamaz olarak belirtmiştir. Ancak, hiç bir kriter mevcut değil. Fakat asbest söküm uzmanı çalıştırması gereklidir. Teorik olarak yapamaz, bünyesinde asbest uzmanı bulunan her firma yapabilir. Bazıları ise her firma yönetmelik şartlarına haiz ise yapabilir diye belirtmiştir. Bu sorunları aşmak için ekipmanlar, kıyafetler önlemler, taşıma ve depolama için devlet teşvik ve destekleri olmalıdır. Bazıları ise maalesef yapabiliyor, akredite firma zorunluluğu gereklidir diye belirtmiştir. Birisi ise standartların mevcut olduğu fakat denetim olmadığı için herkes söküm yapabilmektedir.

**Soru 11:** *Belediyeler asbest mevzuatına uyuyor mu ? Belediyelerin eksikleri nelerdir?*

Bu soruyu 29 kişi cevaplamıştır ve %51.72 kısmen olarak demiştir. Belediyelerin asbest olayına ciddi olarak yaklaşmadıkları belirtilmiş ve yetersiz teknik ekip ve bilgi ve kalifiye eleman eksikliği söz konusu. Belediyelerde bilgi, deneyim ve farkındalık eksik ve sorumluluk çerçevesinde uygulamada, denetime çıkmaması en büyük eksiklik olarak belirtilmiş. Tamamı müteahhit bakış açısı ile hareket ediyor ve bir kısmı ekstra masraftan kaçmak için bunu gereksiz olarak görüyor. Personel eksikliği giderilmeli ve eğitim ile halk tarafından farkındalık yaratmak gerekir. Çünkü bilmediği ve önemsemediği için vatandaşlar yaptırmak istemiyor ve belediyelerde de baskıya dayanamıyor. Dolayısıyla mevzuata uyulmuyor, devlet denetleme yapması gerekir.

**Soru 12:** *Bazı belediyeler neden asbest tespiti konusunda isteksiz davranıyor?*

Bilinç eksikliği, ek sorumluluk istememe ve maliyetli gibi sebepler olarak düşünülmektedir. Belediyeler tarafından müteahhitlere ve belediyeye ek bir maliyet çıkarmamak en önemli sebep olarak belirtilmiştir. Bir katılımcı müteahhitleri küstürmeyelim diye bir bakış açısı söz konusu ve olayın ciddiyetini bilmiyor ya da önemsemiyor diye belirtmiştir. Bazı belediyeler sorulduğunda teknik personel eksikliği cevabi veriyor.

**Soru 13:** *Asbest tespitini kimler yaptırmalı? Tespit ücretleri nereden karşılanmalı?*

Eskiden numuneyi asbest söküm uzmanları alıyorlardı ve herhangi bir sorumluluk ve ceza durumu söz konusu değildi. Şimdi laboratuvarlar alıyor metottan sapma yapamazlar eğer yaparlarsa İŞGÜM tarafından ceza puanı alırlar. Ayrıca numune almaya başka birini gönderirlerse belgeleri askıya alınır.

(<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/01/20230127-1.htm> ).

En çok katılımcı, yetkili bir Sivil toplum kuruluşu (STK) kanalıyla yapılması ve resmi kanallardan destek verilmesi uygun olabilir şeklinde öneride bulunulmuştur. Ayrıca bazıları belediye, valilik veya Çevre il Müdürlüğünde çevre mühendisleri yapmalıdır demiştir. Asbest tespitini, bir havuzdan seçenek şıkkı olmadan seçilen firmalara belediyeler yaptırmalıdır, yapı denetim gibi karşılanmalı ve belediye bu tespitin ücretini müteahhitten almalıdır. Ama bertaraf, taşıma ve depolama işlemlerini mal sahibi ödemelidir. Asbest tespitini özellikle 2013 yılı öncesinde inşa edilen binalarda yaptırmalıdır. Bazıları ise işverenler karşılaması gerektiği ancak destek amaçlı devlet destekli teşvik ödenekleri olmalıdır demiştir. Bir kişi, asbest tespitini, binası çevre dönüşüme alınan vatandaşlar ve deprem bölgesinde yıkım çalışmaları yapan ilgililer yaptırmalıdır demiştir. Başka bir kişi ise yetkili laboratuvarları önermiştir.

## TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Kentsel dönüşüm konusunda daha etkili önlemlerin alınması gerektiği ve kontrol mekanizmasının geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Akboğa-Kale, Güranlı & Baradan, 2017). Sahadaki asbestin düşük çıkmasının sebebi: belediye denetimlerinde ve bu işi yapan firmaların manipülasyonları ile miktarının çok altında göstermeleridir. Asbest oranı yüksek kazan dairesi, marley, eternit malzemelerin önceden sökülmesi ve asbest analizi yapan firmaların bu konuda ehil olmaması oranların düşük çıkmasına sebep olmuştur. Ayrıca belediyelerde ve resmi kurumlar denetimler konusunda eksik kalmıştır. İnmez (2021) belirttiği “*Kâğıt üzerinde asbest raporları alıyorlar ve binaları yıkıyorlar*” sözünde belirttiği ve sahaya

gidilmeden çıkarılan raporlarla binaların yıkılmasının büyük bir sorun teşkil ettiğini belirtmiştir. Özellikle bazı kişilerin bu işi ticarete döktüğü ayrıca belirtildi. Bu sahte raporlara belediyeler ve yakımcılar göz yumuyor. Sahada uygun olmayan numune stratejisinin uygulanmaması, tam zamanlı yetkili kişinin numuneleri almaması, numune alınan yere gidildiğinin objektif delillerle ispatı, şahit numunelerin laboratuvarlarda 12 ay diğer belgelerin 40 yıl saklanması konularında suiistimallerin yapıldığına yönelik endişeler söz konusudur. Özellikle laboratuvar sonuçlarının para ile satıldığı ve hatta başka illerdeki laboratuvarlardan asbest yoktur laboratuvar sonuçlarının olduğu belirtilmektedir. Başta belediyeler olmak üzere sahte raporları asbest laboratuvarları düzenliyor ve bu durum herkesin işine geliyor.

Yönetmeliğe göre yapıldığına dair denetim eksikliği ve teorikte var asbest tespiti, sökümü ve bertarafının gerçekte yapılmaması çok ciddi sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır. Asbest söküm işi lisanslandırılmağı için ekipmana sahip olmayan firmaların söküm yapması etrafa tozların yayılmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla, asbestli binalar Çevre Bakanlığından ilgili kişilerin denetiminde yıkılmalıdır ve ekipmanlar, kıyafetler önlemler, taşıma ve depolama için devlet teşvik ve destekleri olmalıdır. Katılımcılar, cezai işlemlerin caydırıcı olmaması ve düşük bilinç seviyesi etkin bir asbest mücadelesini zayıflatmakta olduğunu belirtmiştir. Aslında, cezalar caydırıcı ve çevre bakanlığı büyük ceza kesebiliyor. Belediyelerin cezaları ise düşük. Ama her hâlükârda cezalar uygulanmıyor. Asbest tespiti yapan firma ve kişilerin yanlış tespit durumlarında herhangi bir cezai sorumluluğunun olmadığı düşünülmektedir. İŞGÜM belgeyi askıya alıyor. Fakat, bu durum somut delillerle ortaya konmalıdır. Belediyelerin asbest olayına ciddi olarak yaklaşmamaları, gerekli denetimleri yapmamaları ve yetersiz teknik ekip ve bilgi ve kalifiye personel eksikliği yıkımların yönetmeliğe göre yıkılmamasına sebep olmaktadır. Belediyelerin asbestle mücadele konusunda daha insani yaklaşımları gerekiyor. Asbest raporu isteyen belediyeler müteahhitten asbest harcı adı altında 10 bin ₺ ye varan harçlar alıyorlar. Bu da müteahhitler tarafından hoş karşılanmamaktadır. Yetkili sivil toplum kuruluşları (STK) , belediye, valilik ve Çevre il Müdürlükleri koordineli bir şekilde çalışarak bu sorunların üstesinden gelebilir.

Beşiktaş Belediyesi tarafından yapılan kentsel dönüşüm kapsamında 200 binada 250 tondan fazla asbestli malzeme tespit edilmiştir( DHA, 2023). Türkiye’de 1,000,000’a yakın insanın kırsal alanda asbestle temas halinde olduğu ve en çok asbest içerikli toprağın kullanıldığı köylerin Eskişehir, Diyarbakır ve Sivas olduğu bulunmuştur (Demir vd., 2018). Ülkemizde uzun bir süre asbeste bağlı hastalıklar doğru teşhis edilemediğinden ve çalışanların bu konuda bilinçsiz ve duyarsız olmasından dolayı bildirimler yapılmadı. Çalışanlar bu süreçte tazminat , tıbbi masraflar, gelir kaybı vb. ödeneklerden mahrum kaldı. Asbest çalışanlarına erken emeklilik ve yıpranma gibi durumların da göz önüne alınması gerekir(Konak, 2017). Asbest ile bağlantılı balata işlerde çalışan kişilerde öksürük, nefes alırken zorlanma, balgam çıkaramama gibi sorunları olanlara Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) tanısı konulmuş ve çoğu gerekli tazminat ve yeterli maaş almadan zor sağlık şartlarında vefat etti ( Meslek hastalığı , 2023b). Ülkemizde yıllık en az 500 kişide mezotelyoma görülmektedir ( CSGB, 2023). Dolayısıyla çalışanlar arasında düşük asbest farkındalığı ve ilgili mercilere başvurmamaktan kaynaklanan sorunlar söz konusudur. Bunun için tüm inşaat çalışanlarına İSG eğitimleri

kapsamında asbest eğitimleri verilmelidir ve meslek hastalıklarına yakalandıklarında ne yapmaları gerektiği ve hukuki süreç hakkında bilgilendirilmeler yapılmalıdır.

Asbestli ürünlerinin satışının yasaklanmasına rağmen 2010 yılından sonra hala asbestli ürünler satılmıştır. Ayrıca müteahhitler asbestli ürünlerin sökülümünde sigortasız kişileri kullanmıştır(Koç, 2021). Asbest, amyant adıyla yıllardır satıldığı iddia edilmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ilgili mevzuatına göre, "*asbestin her türünün çıkarılması, asbest içeren ürünlerin ithal edilip satılması ve asbest ilave edilmiş ürünlerin üretimi ve işlenmesi yasaktır*". Çocukların kullandığı boyama kalemlerinde asbest maddesi olduğu iddia edilmektedir. Ayrıca Çin ve Rusya'dan ithal edilen ürünlerde asbest analizi Türkiye'de yapılmamaktadır (Ensari, 2021). Asbestin türü, maruziyet süresi ve sıklığı, çalışılan malzeme ve sigara, hastalıkların oluşmasında risk faktörleri olarak tespit edilmiştir. Sigara içen birisinin asbest kaynaklı hastalıklara yakalanma ihtimali oldukça yüksektir(Konak, 2017). Asbeste maruz kalanlarda, kalmayanlara göre kanser riski en az 30 kat daha fazla olabilmektedir ve sigara ile bu risk 90 kat artmaktadır (Akkurt, 2023). Asbeste bağlı hastalıklara yakalanma çocuklarda erişkineler göre 5 kat daha fazladır (Ensari, 2023). Yapılan anket değerlendirmeleri sonucunda çalışanların, % 70.4 oranında asbest hakkında bilgisi olmadığı gözlemlenmiştir ve katılanların %74.4'ü asbest sökülümü ile ilgili eğitimlerin düzenlenmediğini söylemiştir. Verilen eğitimlerin sadece %21.9'u asbest sökülüm çalışmanı tarafından verilmiştir, verilen eğitimlerin %65.6'sı iş güvenliği uzmanı tarafından verilmiştir. Bu yüzden asbest konusunda eğitime ihtiyaçları bulunduğu sonucu ortaya çıkmaktadır (Konak, 2017). Asbest işlerinde çocukların uzak tutulması ve sigara içen kişilerce bu işlerin yapılmaması önerilmektedir. Asbest içinde çalışanlara uygulamalı eğitimler verilmeli ve farkındalık artırılmalıdır.

İnşaatlarda yaygın kullanımı olan PCB (Poliklorlu Bifeniller) ve kurşun da asbest kadar tehlikeli maddelerdir(Turk Loydu, 2016). Fibröz erionit, asbestten daha güçlü bir kanserojendir, ancak ticari amaçlar için nadiren kullanıldığı için maruz kalma yolları daha az incelenmiştir(Berry vd., 2022). Özellikle Kapadokya bölgesindeki köylerinde çevresel olarak erionite bağlı yüksek oranda malign plevral ve peritoneal mezotelyoma hastalıkları görülmüştür. Evleri eriyonitli topraklar üzerinde yapılmış olması, ev yapımında eriyonitli toprak-taş kullanılması, eriyonitli toprakla badana yapılması, köy yolları eriyonitli zeminler üzerinden yapılması olması , eriyonitli topraklar tarım yapmakta olması gibi bir sürü kullanımı söz konusudur (Altuntaş vd., 2009; Atabey, 2007). Tüf kayaçların içinde bulunan bu mineral, rüzgar yoluyla havaya karışarak insanların solunum sistemlerine girmektedir (Atabey, 2007). Asbestin yerine kansorejen eskisi olmadığı düşünülen sepiyolit, wollastonit, diyatomit, jips ve perlit gibi ikame ürünler kullanılabilir. Ayrıca asbest yerine Köpüksü plastik, polistilen, lifsi cam, ağaç lifi, vermükilit, perlit, alümina, jips gibi ürünlerde kullanılabilir.

## **SONUÇLAR**

Yönetmenlik yeterli ama uygulama çok eksik ve gerekli denetimler yapılmıyor. İdari para cezaları ilgili kanunda açıkça belirtilmelidir ve caydırıcı cezalar kesilmelidir. Asbest sökülümünde görev alan firmaların lisanslandırılması ve ekipmana sahip olmayanlara ekipman desteğinin devlet tarafından yapılması gerekir. Asbest ve binaların yıkılması yönetmeliklerine uymayanlara ağır yaptırımlar gerekmektedir. Asbestli binalar Çevre Bakanlığından ilgili

kişilerin denetiminde yıkılmalıdır ve yapılan çalışmalar raporlanmalıdır. Çevre Bakanlığının bağımsız bir denetim sistemi oluşturması gerekir ve yanlış beyan oluşturan laboratuvarlar, belediyeler ve müteahhitler cezalandırılmalıdır. Asbest tespiti için yapı denetimde olduğu gibi bir havuz oluşturulmalı ve havuzdan seçenek şıkkı olmadan seçilen firmalara asbest tespiti, denetlemesi ve söküm isleri yaptırılmalıdır. Sivil toplum kuruluşları, ilgili bakanlıklar, valilikler ve belediyeler, çalışanlar ve toplumun tüm katmanlarında asbest farkındalığını artırmaya yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

**Teşekkür Kısmı:** Bu çalışmada anketlerin yapılmasında ve yazım sırasındaki katkılarından dolayı A sınıfı İş Güvenliği Uzmanı-Asbest Söküm Uzmanı Kenan YILDIZ'a ve anketlerin yapılmasında katkılarını esirgemeyen Sayın Neşe CİZRELİOĞLU'na teşekkür ederim.

## KAYNAKÇA

- Altuntaş, H. D., Öztürk, F., Yılmaz, S. İ., & Eröz, R. (2009). Asbest ve Erionite Bağlı Mezotelyomalı Hastaların Parafin Bloklarında p53 Tümör Supressör ve Ras Onkogen Mutasyonlarının Araştırılması. *Erciyes Medical Journal/Erciyes Tıp Dergisi*, 31(1).
- Akboğa-Kale, Ö., Gürcanlı, G. E., & Baradan, S. (2017). Kentsel dönüşüm sürecinde asbest maruziyeti ve korunma yöntemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(6), 694-706.
- Akkurt ( 2023 ) Hem öldürüyor hem de süründürüyor, <https://www.diken.com.tr/deprem-bolgesinde-asbest-krizi-butun-cevreye-yayilabilir/> (Erişim Tarihi: 11.04.2023 )
- Atabey, E. (2007). Aksaray-Nevşehir Arası Eriyonit Minerali İçeren Volkanik Tüflerin Dağılımı ve Akciğer Kanseri (Mezotelyoma) İlişkisi.
- Asta( 2023) Asbest , <http://www.asta.org.tr/> (Erişim Tarihi: 11.04.2023)
- Berry, T. A., Belluso, E., Vigliaturo, R., Gieré, R., Emmett, E. A., Testa, J. R., ... & Wallis, S. L. (2022). Asbestos and other hazardous fibrous minerals: potential exposure pathways and associated health risks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 4031.
- Çevre ve Orman Bakanlığı( 2004) . Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5401&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 16.04.2023)
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı(2013). Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği. Ankara, Türkiye, 28786,2013.
- CSGB(2023) **Asbest**, <https://www.csgb.gov.tr/isgum/contents/asbest/> (Erişim Tarihi: 09.04.2023)
- Demir, B. M., Ercan, S., Aktan, M., & Öztaşkın, H. (2018). Türkiye'nin Asbest Profili ve Asbest Güvenliği Sorunu. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 42(2), 215-232.
- Ergör İ.O.A (2023) Deprem bölgesinde 'asbest' tehlikesi geri planda kalıyor, <https://www.dha.com.tr/foto-galeri/prof-dr-ergor-deprem-bolgesinde-asbest-tehlikesi-geri-planda-kaliyor-2213899/1> (Erişim Tarihi: 11.04.2023)

Bahattin Murat DEMİR (2016).Sürdürülebilir kentsel dönüşüm ve asbest güvenliği  
[https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/e0bcd9350bb65c8\\_ek.pdf?dergi=HABER%20B%DCLTEN%DD](https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/e0bcd9350bb65c8_ek.pdf?dergi=HABER%20B%DCLTEN%DD) ( Erişim Tarihi: 01.02.2023)

DHA(2023) Beşiktaş'ta kentsel dönüşüm çalışmalarında asbest denetimi,  
<https://www.hurriyet.com.tr/amp/yerel-haberler/istanbul/besiktasta-kentsel-donusum-calismalarinda-asbe-42205701> (Erişim Tarihi:02.04.2023)

Ensari M. (2023) Kentsel dönüşüm kansere dönüşmesin,  
<https://www.milliyet.com.tr/yazarlar/dilara-kocak/kentsel-donusum-kansere-donusmesin-6928730?sessionId=3> ( Erişim Tarihi:11.04.2023)

Ensari M. (2021) Yasaklı madde asbest 11 yıldır başka isimle satılıyor,  
<https://www.gazeteduvar.com.tr/yasakli-madde-asbest-11-yildir-baska-isimle-satiliyor-haber-1523177> (Erişim Tarihi: 13.04.2023)

İnmez M. (2021) Kentsel dönüşüm kapsamında yıkılan binalar için sahte asbest raporları hazırlanıyor,  
<https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/kentsel-donusum-kapsaminda-yikilan-binalar-icin-sahte-asbest-raporlari-hazirlaniyor-1836318> (Erişim Tarihi: 01.02.2023)

Koç F.M. (2021) Kentsel dönüşüm ve asbest tehlikesi,  
[https://www.youtube.com/watch?v=Tw\\_p7-1A9A](https://www.youtube.com/watch?v=Tw_p7-1A9A) ( Erişim Tarihi: 02.02.2023))

Konak, Ö. (2017). *Kentsel dönüşüm nedeniyle inşaat alanında çalışanlarda asbeste maruziyetin incelenmesi* (Master Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Meslekhastaligi (2023a) Kentsel Dönüşüm Süreci İle Artan Asbest Maruziyeti.  
<https://www.meslekhastaligi.org/kentsel-donusum-sureci-ile-artan-asbest-maruziyeti/> ( Erişim Tarihi: 01.02.2023))

Meslekhastaligi ( 2023b), Yıllarca Beraber Çalıştığım İnsanların Çoğu Akciğer Kanserinden Öldü!,  
<https://www.meslekhastaligi.org/yillarca-beraber-calistigim-insanlarin-cogu-akciger-kanserinden-oldu/> ( Erişim Tarihi: 02.02.2023)

Resmî Gazete (2013)Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik,  
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=17050&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>  
(Erişim Tarihi: 10.04.2023)

Türk Loydu(2016) Kentsel Dönüşümde Asbest ve Diğer Zararlı Madde Riskleri Rehberi ve Kentsel Dönüşüm Uygunluk Sertifikasyonu Esasları ,  
[https://www.turkloydu.org/pdf-files/haberler/2016/Kentsel\\_D%C3%B6n%C3%BC%C5%9F%C3%BCmde\\_Asbest.pdf](https://www.turkloydu.org/pdf-files/haberler/2016/Kentsel_D%C3%B6n%C3%BC%C5%9F%C3%BCmde_Asbest.pdf) ( Erişim Tarihi: 02.02.2023)

Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği (TÜSAD)(2023 )Deprem bölgesinde asbest tehlikesi! Kansere neden oluyor,  
<https://medimagazin.com.tr/guncel/deprem-bolgesinde-asbest-tehlikesi-kansere-neden-oluyor-105075> (Erişim Tarihi: 11.04.2023)

Türk Toraks Derneği (2017)Kentsel Dönüşüm, Bina Yıkımları ve Asbest Tehlikesi,  
<https://toraks.org.tr/site/community/news/3684> ( Erişim Tarihi: 01.02.2023))

Üzmezoglu, B., & Ocaktan, M. E. (2017). Kentsel Dönüşüm Süreci ve İnşaat Yıkım İşçilerinde Asbest Maruziyeti. *Türkiye Klinikleri. Tıp Bilimleri Dergisi*, 37(2), 90. DOI: 10.5336/medsci.2017-54822 )





Yeşilyurt,D (2016) Binalarda Yapılacak Asbest Söküm Çalışmalarının İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi, T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı,İSGÜM,Ankara,2016.

## CAN ARTHROBOPHOBIA/ENTOMOPHOBIA INCREASE IN PEOPLE AFTER EARTHQUAKE?

**Res. Assist. Merve KAHRAMAN<sup>1</sup>, Assoc. Prof. Dr. Ahmet Duran ATAŞ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Medicine, Department of Parasitology  
ORCID ID: 0000-0001-7942-9595

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Medicine, Department of Parasitology  
ORCID ID: 0000-0002-6274-414X

### ABSTRACT

Arthropophobia/Entomophobia is an abnormal level of hatred, disgust, or fear of arthropods of any kind. The mere thought or sight of any insect can cause intense fear. People with this phobia know that many insects are not a threat, but they cannot control their emotions. They experience intense anxiety or panic attacks despite knowing that their fears are inappropriate, meaningless, and excessive. However, itching and the symptoms it causes such as insomnia, tingling sensation, pain, restlessness, nausea and diarrhea cause their fears to persist. At the same time, people with phobias harm others and their behavior is judged in society.

Phobic people are afraid of many insects such as various flies, cockroaches, bees. As a result of a survey consisting of 531 female/male primary and secondary school students in a study, it was reported that 35.8% were afraid of insects and 52.45% were disgusted by them, and most of them had cockroach and bee/wasp phobias. It has been shown that entomophony is rooted in psychological causes and has nothing to do with knowledge and attitudes. In a study conducted in Tehran, it was reported that 82.3% of them were afraid of insects as a result of a survey of 300 students at secondary, high school and university level.

Earthquake, flood, storm, tornado, lightning strike, tsunami, landslide, rockfall, avalanche, groundwater rise, drought, volcanic eruption, meteor fall, famine, severe weather conditions due to geological, topographic, climatological, meteorological and biological reasons In addition to many natural disasters like acid rain, insect infestations are one of the worst disasters to occur. After the earthquakes in Kahramanmaraş in Turkey, there may be an increase in the arthropod population due to the climatic conditions of these cities due to different reasons (lack of infrastructure, cesspool, ruins, excess organic matter, etc.). In non-domestic living spaces such as tents and containers, people may encounter a large number of arthropods. Like scabies, arthropods are transmitted from person to person by direct contact, and under these conditions, they spread rapidly and cause epidemics.

Especially people who have/may have a phobia of different things will also have to deal with their arthropod phobia. Physicians, parasitologists, psychiatrists and psychologists have important duties to help people with this type of arthropophobia get rid of such problems. It should be recommended that people increase their knowledge and consciousness and thus lower their level of entomophobia.

**Keywords:** Arthropophobia, Entomophobia, Earthquake, Fear.

## DEPREMLER SONRASI İNSANLARDA ARTHROBOFOBİ/ENTOMOFOBİ ARTABİLİR Mİ?

### ÖZET

Arthropofobi/Entomofobi, her çeşit artropoda karşı anormal seviyede nefret duymak, tiksinti veya korku yaşamaktır. Herhangi bir böceğin sadece düşüncesi veya görüntüsü bile yoğun korku yaşamalarına sebeptir. Bu fobiye sahip kişiler aslında birçok böceğin herhangi bir tehdit unsuru olmadıklarını bilirler ancak duygularını kontrol edemezler. Korkularının uygunsuz, anlamsız ve aşırı olduğunu bilmelerine rağmen yoğun bir anksiyete veya panik atak yaşarlar. Bununla birlikte kaşıntı ve sebep olduğu insomnia, karıncalanma hissi, ağrı, huzursuzluk, mide bulantısı, ishal gibi semptomlar korkularının sürekliliğine neden olur. Aynı zamanda fobisi olan kişiler başkalarına da zarar verir ve davranışları toplumda yargılanır.

Fobik kişiler çeşitli sinekler, hamam böcekleri, arılar gibi birçok insekte karşı korku duyar. Yapılan bir çalışmada 531 kişilik kız/erkek ilkökul ve ortaokul öğrencilerinden oluşan anket sonucunda %35,8'inin böceklerden korktuğu ve %52,45'inin bunlardan tiksindiği ve çoğunun hamam böceği ve arı/eşek arısı fobilerinden oluştuğu bildirilmiştir. Entomofonin kökeninde psikolojik nedenler yattığı ve bilgi ve tutumlarıyla ilgisinin olmadığı gösterilmiştir. Tahran'da yapılan bir çalışmada ortaokul, lise ve üniversite seviyesindeki öğrencilere yapılan 300 kişilik anket sonucunda %82,3'ünün böceklerden korktuğu bildirilmiştir.

Jeolojik, topoğrafik, klimatolojik, meteorolojik ve biyolojik kökenli nedenlerden dolayı oluşan deprem, sel, fırtına, hortum, yıldırım düşmesi, tsunami, heyelan, kaya düşmesi, çığ, yeraltı suyu yükselmesi, kuraklık, yanardağ püskürmesi, meteor düşmesi, kıtlık, şiddetli hava koşulları, asit yağmurları gibi birçok doğal afetlerin yanı sıra böcek istilaları da oluşabilecek en kötü felaketlerden biridir. Türkiye'de yaşanan Kahramanmaraş merkezli depremler sonrası, bu şehirlerin iklimsel şartları nedeniyle de artropod popülasyonunda farklı nedenlerle (altyapı eksikliği, fosseptik, yıkıntılar, organik madde fazlalığı vb.) artış olabilecektir. Çadır, konteyner gibi ev şartları dışı yaşam alanlarında insanlar çok fazla miktarda artropodla karşılaşabilecektir. Uyuz etkenleri gibi arthropodlar insan insana direkt temas ile bulaşmakta ve bu şartlar altında hızlıca yayılarak salgınlara sebep olmaktadır.

Özellikle farklı şeylere fobisi olan/olabilecek insanlar, ayrıca artropod fobisiyle de baş etmek zorunda kalacaklardır. Bu tür arthropofobisi olan insanların bu tür sıkıntılardan kurtulabilmeleri için hekimlere, parazitologlara, psikiyatrist ve psikologlara önemli görevler düşmektedir. İnsanların bilgi ve bilinçlerini arttırmaları ve böylece entomofobi düzeylerini düşürmeleri önerilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Arthropofobi, Entomofobi, Deprem, Korku.

## GIDA BOYASINA MARUZ KALMIŞ RAT MODELİNDE TARTRAZİNİN EMBRİYOTOKSİK VE TERATOJENİK ETKİSİ

**Doktor Öğretim Üyesi OSMAN ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Doç. Dr. ZÜLEYHA DOĞANYİĞİT<sup>1</sup>,**

**Doç. Dr. SEHER YILMAZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D,

- 0000-0003-1156-7419

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji A.D, -0000-0002-6980-3384

<sup>2</sup>Bozok Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi A.D,-0000-0003-4551-995X

### ÖZET

E 102, FD & C Sarı No. 5 olarak da bilinen Tartrazin (TAZ), bir azo boyasıdır ve kimyasal formülü 3-karboksi-5-hidroksi-1 (p-sülfenil)-4-(sülfenil azo) pirazolon tuzudur. Tatlılarda, meyve sularında, reçellerde, hardalda ve gazlı içeceklerde sarı renk elde etmek için en sık kullanılan gıda renklendiricisidir. Ek olarak, vitaminler, antasitler, kozmetikler ve saç ürünleri gibi insan ilaçlarını renklendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda katkı maddelerinin tüketimiyle ilişkili güvenlik sınırları ve maruziyet sonrası sağlık tehlikeleri tüketiciler, diyetisyenler ve sağlık profesyonelleri için yüksek endişe kaynağıdır. Son yıllarda özellikle hamilelerde tartrazinin teratojenik etkileri üzerine odaklanılmıştır. Çalışmamızda gebelikleri boyunca standart sıçan diyetlerine 4,5 mg/ kg tartrazin ilave edilen tartrazin grubu ile standart diyetine serum fizyolojik ilave edilen kontrol grubunun karşılaştırılması amaçlandı. Gebeliklerinin 20. gününde sakrife edilen edilen sıçanların yavru ve plesentaları elde edildi. Yavru ve plesenta ağırlık ölçümleriyle birlikte gelişimlerini değerlendirmek amacıyla baş-kıç uzunluğu, biparietal uzunluk ve oksipitofrontal uzunluk ölçümleriyle birlikte ikili boyama yöntemiyle scapula, humerus, radius, ulna, femur, tibia ve fibula kemiklerinde toplam uzunluk, toplam alan, kemik uzunluk ve kemik alan ölçümleri yapıldı. Yaptığımız ölçümlerin tamamında kontrol grubuna göre tartrazin uygulanan grupta istatistiki olarak anlamlı düşüş tespit edildi. Sonuç olarak oluşturulan sıçan modelinde tartrazinin embriyotoksik ve teratojenik etki ile iskelet sistemi gelişimi üzerine olumsuz etkileri ve fetusta global gelişme geriliğine neden olduğu tespit edildi. Yaptığımız çalışmadan elde edilen verilerin literatüre olumlu katkılar sağlayacağını ve güvenilir bir kaynak olarak diğer çalışmalar için referans olacağını ümit ediyoruz.

Çalışmamız Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından finanse edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler;** Tartrazin, sıçan, teratojenik

## SİSTEMİK SORUN: OBSTETRİK ŞİDDET

**Dr.Öğr.Üyesi Gülsüm GÜNDOĞDU**

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Erzincan,  
Türkiye, Orcid: 0000-0002-2826-5620,

### ÖZET

Obstetrik şiddet(OV) 2000’li yıllarda ortaya çıkmış perinatal bakıma gölge oluşturan kadının gebelik, doğum ve doğum sonu süreçlerde bakım almak için başvurmuş olduğu sağlık kurumunda fiziksel veya psikolojik kötü muamele, ihmal veya istismar maruz kalma durumu olarak ifade edilmektedir. Kötü muamele ve uygunsuz müdahale şeklinde de ifade edilmiş esas terim olarak 2007 yılında yapılmış “insanlıktan çıkarıcı tedavi, taciz edici tıbbileştirme ve doğal süreçlerin patolojikleştirilmesi olarak ifade edilen, kadın bedenlerinin ve üreme süreçlerinin sağlık personeli tarafından gasp edilmesi, özerklik ve kadınların bedenleri ve cinsellikleri hakkında özgürce kendi kararlarını alabilmeleri ve yaşam kalitelerini olumsuz etkilemesi” şeklinde belirtilmiştir.

DSÖ obstetrik şiddeti "kadınların yalnızca saygılı bakım haklarını ihlal etmekle kalmayan, aynı zamanda bakım haklarını da tehdit edebilen kadınların yaşam, sağlık, vücut bütünlüğü ve ayrımcılığa maruz kalmasına neden olan her türlü sistemik sorun olarak değerlendirmektedir. Perinatal sürecin her hangi bir aşamasında saygısız, ihmalkâr veya insanlık dışı davranış ve tutumlar kısa ve uzun vadeli ciddi komplikasyonlara neden olarak gebe ve fetüsün fiziksel, ruhsal sağlığını ve yaşam kalitesi bozmaktadır. Obstetrik şiddetin prevalansı net olmayıp yapılan çalışmalarda %12 ile % 74 arasında değiştiği görülmektedir.

Sonuç olarak gebenin bakım, danışmanlık, izlem ve bakımından sorumlu olan ebelerin şiddet ve obstetrik şiddeti, neden olan faktörleri tanımlaması, doğrudan ve dolaylı olarak obstetrik şiddet olarak değerlendirecek durumlardan gebe ve fetüsü koruması ve gebe ve fetal sağlığı en üst düzeye çıkarmaları ve sürdürmeleri gerekmektedir.

**Keywords:** Bakım, gebe, obstetri, şiddet.

## SYSTEMIC PROBLEM: OBSTETRIC VIOLENCE

### ABSTRACT

Obstetric violence (OV) is expressed as the state of being exposed to physical or psychological maltreatment, neglect or abuse in the health institution where the woman, who emerged in the 2000s, shadowed perinatal care, applied for care during pregnancy, birth and postpartum processes. The usurpation of women's bodies and reproductive processes by healthcare professionals, which is expressed as "dehumanizing treatment, abusive medicalization and pathologization of natural processes," made in 2007 as the main term, also expressed as ill-



treatment and inappropriate intervention, is about autonomy and freedom of women's bodies and sexuality. making their own decisions and negatively affecting their quality of life”.

WHO considers obstetric violence as "any systemic problem that not only violates women's rights to respectful care but also threatens their rights to care, resulting in women's life, health, bodily integrity and discrimination. At any stage of the perinatal process, disrespectful, negligent or Inhumane behaviors and attitudes cause serious short and long-term complications and impair the physical, mental health and quality of life of the pregnant woman and the fetus.

As a result, midwives who are responsible for the care, counseling, follow-up and care of pregnant women need to define violence and obstetric violence, the causative factors, protect the pregnant woman and fetus from situations that will directly or indirectly evaluate them as obstetric violence, and maximize and maintain pregnant and fetal health.

**Keywords:** Care, pregnancy, obstetrics, violence.

## KOZMETİK ÜRÜNLERİN İNSAN VE ÇEVRE SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Nesrin DURSUN <sup>1</sup>, Nevcihan TERZİ <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ardahan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Teknik Bilimler MYO,  
Ardahan, Türkiye, ORCID 0000-0002-7463-1038

<sup>2</sup> Ardahan Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Saç Bakımı ve Güzellik  
Bölümü, Ardahan, Türkiye

### ÖZET

Kozmetik endüstrisi, ürün performansını arttıran ve müşteri ihtiyaçlarını karşılayan endüstri sektörlerinden biridir. Bu sektörde, ürün (cilt bakım kremi ve losyonu, sprey, deodorant, parfüm, ruj, oje, göz makyaj ürünleri, saç boyası, şampuan, duş yağı ve kremi, diş macunu, güneş kremi vs.) çeşitliliği ve alternatifler sürekli artmaktadır. Bu ürünlerin çoğu insan derisine uygulanır ve ürünlerin bazı bileşenleri cilde nüfuz edebilir. Kozmetik ürünlerin sürekli kullanımı ile, cilde nüfuz eden bileşenler çok yavaş absorbe edilmesine rağmen, vücuttan atılım hızı absorbe hızına göre çok yavaştır. Bu bileşenler, dolaşım sistemi ile iç organlara ulaşarak insan sağlığını olumsuz etkileyebilir. Kozmetik ürünlerin, insan vücuduna uygulanmasını takiben atılması sonucu nihai çevresel etkiler oluşmaktadır. Saç ve cilde uygulanan ürünlerde, özellikle durulama (şampuan, sabun, saç kremi vs.) ürünlerinin içeriğinde bulunan kimyasallar, atık suya karışarak çevresel kompartmanlara ulaşmaktadır. Bu atık suların karakteristiğine bağlı olarak, atık su arıtma tesislerinden elde edilen çamurlar tarımsal amaçlı kullanılabilir ve atık sular ilgili parametre sınır değerlerine göre alıcı ortamlara verilebilir. Kozmetik ürünlerin bazılarında mikroplastik kullanımı, su ekosistemlerine zarar vermektedir. Bu mikroplastikler kuşlar, balıklar ve biyoçeşitlilik sorunlarına yol açabilecek deniz canlıları tarafından yutularak biyobirikim oluşturabilir. Bu nedenle, besin zinciri ile insan ve hayvan sağlığında sorunlarına neden olabilir. Bazı deodorantlar, saç spreyleri ve tıraş köpükleri kloroflorokarbonlar (CFC) içerdiğinden, bu ürünler yoğun kullanıldığında, ozon tabakasının incelmeye neden olarak hava kalitesi ve iklim değişikliğini etkileyebilir. Kozmetik ürünlerin tüketici tarafından kabul edilmesinde, ambalajı önemli rol oynamaktadır. Kozmetik ambalajında alüminyum, cam, kağıt ve karton, ahşap, plastik/polimerik materyaller gibi malzemeler kullanılmaktadır. Ancak plastik ambalajlar ucuz, esnek, hafif ve korozyona dayanıklı olmaları nedeniyle, üreticiler tarafından ilk sırada tercih edilmektedir. Bu nedenle, kozmetik ürünlerin kullanımından sonra elde edilen plastik atıklar, tüm ekosistem için kirlilik kaynağıdır. Bu çalışmada, kozmetik ürünlerin kullanımının insan sağlığı üzerindeki bazı etkileri ve kullanımını takiben çevre sağlığı (ambalaj atıkları, su kirliliği) üzerindeki etkilerine bağlı olarak artan potansiyel tehditler ele alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kozmetik ürünler, İnsan sağlığı, Çevre sağlığı, Çevre kirliliği

## EFFECTS OF COSMETIC PRODUCTS ON HUMAN AND ENVIRONMENTAL HEALTH

### ABSTRACT

The cosmetics industry is one of the industrial sectors that improve product performance and meet customer needs. In this industry, there is a continuous increase in product variety (skin care cream and lotion, spray, deodorant, perfume, lipstick, nail polish, eye makeup products, hair dye, shampoo, shower oil and cream, toothpaste, sunscreen, etc.) and alternatives. Majority of these products are applied to human skin, and certain components of the products could penetrate the skin. Although the penetrating ingredients are absorbed very slowly, the rate of excretion from the body is very slow compared to the rate of absorption regarding the constant use of cosmetic

products. These components could have adverse effects on human health by reaching the internal organs through the circulatory system. Final environmental effects occur as a result of the disposal of cosmetic products after application to the human body. Chemicals, which are found in the products that are applied to the hair and skin, particularly in the contents of rinsing products (shampoo, soap, conditioner, etc.) are interference into wastewater and reach environmental compartments. Depending on the characteristics of the wastewater, sludge from wastewater treatment plants could be used for agricultural purposes and wastewater could be transferred to receiving environments according to the limit values of the relevant parameters. The use of micro-plastics in some cosmetic products damages water ecosystems. These micro-plastics could create bioaccumulation when swallowed by birds, fish and marine species that could cause biodiversity problems. Thus, it could cause problems in human and animal health within the food chain. Since certain deodorants, hair sprays and shaving foams contain chlorofluorocarbons (CFC), they could affect air quality and climate change by causing depletion in the ozone layer when used extensively. The packaging plays an important role in the acceptance of cosmetic products by the consumer. Materials such as aluminum, glass, paper and cardboard, wood, plastic/polymeric materials are used in the packaging of cosmetics. However, plastic covers are primarily preferred by manufacturers since they are cheap, flexible, light and resistant to corrosion. Therefore, plastic wastes that are obtained after the use of cosmetic products are sources of pollution for the entire ecosystem. In this study, certain effects of the use of cosmetic products on human health were discussed along with the potential threats that have increased based on the effects of their use on the environmental health (packaging wastes, water pollution).

**Keywords:** Cosmetic products, Human health, Environmental health, Environmental pollution

## 1. GİRİŞ

Kozmetik kullanımı, yazılı tarihten önceye dayanmaktadır. Kabul ve kullanımı, kayıtların bulunduğu tüm eski medeniyetlerde evrenseldir. İlk olarak eski Mısır'da hava koşullarından korunmak ve cildi nemlendirmek amacıyla yüz maskesi (balmumu, zeytinyağı, selvi, süt karışımı) yapılmıştır. Mısırlılar, doğal kaynakları kullanarak çeşitli ürünler üretmiştir. Zeytin, badem, susam tohumu ve su kabağından elde edilen yağların yanı sıra hayvanlar ve balıklardan elde edilen yağlı malzemeler, yumuşatıcı ve güneş ışınlarına karşı koruma amaçlı kullanılmıştır. Kadınlar; dudaklarını toprak boyası ve çeşitli yağlarla karıştırılmış demir oksitle, tırnaklarını ise kül ve balmumu karışımlarıyla boyamıştır. Buna ilaveten, çiçek ve bitkisel parfümleri cilde ve giysilere uygulamıştır. Romalı kadınlar, saçlarını boyamak için ceviz özleri ve kırmızı yer meşesi'ni; göz farı için ise antimon'u kullanmıştır [1]. Kozmetik Yönetmeliği [2]'ne göre kozmetik ürün "İnsan vücudunun dış kısımlarına; epiderma, tırnaklar, kıllar, saçlar, dudaklar ve dış genital organlarına veya dişler ile ağız mukozasına uygulanmak üzere hazırlanmış, tek veya temel amacı bu kısımları temizlemek, koku vermek, görünümünü değiştirmek, bunları korumak, iyi bir durumda tutmak veya vücut kokularını düzeltmek olan bütün madde veya karışımları, ifade eder." şeklinde tanımlanmıştır. Bu ürünlerden bazıları; cilt bakım kremi ve losyonu, sprey, deodorant, parfüm, ruj, oje, göz makyaj ürünleri, saç boyası, duş yağı ve kremi, diş macunu, güneş kremi vs. olarak sıralanabilir. Kozmetik ürünlerin üretim proseslerinde; yağlı malzemeler, surfaktanlar, yüzey aktif maddeler, kıvam verici maddeler, film oluşturucu maddeler, ultraviyole emici maddeler, antioksidanlar, kompleks ve renklendirici maddeler, vitaminler, farmasötik maddeler ve parfümler gibi çeşitli hammaddeler kullanılmaktadır. Bu hammaddeler, çevrede toksik elementlerin oluşmasına neden olabilir [3, 4, 5]. Kozmetik ürünlerin kullanımı sonrasında, özellikle atık su ve ambalaj atıkları çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu ürünlerin ambalajında genellikle plastik malzemeler tercih edilmektedir.

Kozmetik endüstrisinde plastik kullanımı tercihi; hafif yapısı, yüksek esnekliği, malzeme dayanıklılığı, şeffaflığı, su direnci ve sterilizasyon kolaylığına dayanmaktadır. Kozmetik endüstrileri gibi çeşitli endüstrilerdeki plastik malzemelerin büyük ölçekli tüketimi, sürekli atık üretimine neden olmuş ve çevresel bir ayak izi bırakmıştır [6].

Bu araştırmada, kozmetik ürünlerin kullanımının insan sağlığına bazı etkileri ve kullanımını takiben çevre sağlığına (ambalaj atıkları, su kirliliği) etkileri ile ilgili artan potansiyel tehditlerden bahsedilmiştir.



## 2. KOZMETİK ÜRÜNLERİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Kozmetik ürünlerin dünya çapında kullanımı, bakım ve güzelleşme için elektronik ortamdaki ürün reklamlarında keskin bir artışın da etkisiyle, endişe verici bir oranda artmaktadır. Bu ürünlerin büyük çoğunluğu, doğrudan insan derisine uygulanmaktadır. Deri büyük bir koruyucu bariyer sağlarken, kozmetik ürünlerdeki bazı bileşenler cilde nüfuz edebilir ve sistemik dolaşım yoluyla hayati iç organlara ulaşabilir [7]. Kozmetik ürünlerin her biri için bileşimi ve bileşen seçimi, cilt üzerindeki etkisine yansımaktadır. Doğru bileşenlerin seçilmesi zor olabilir, çünkü her bir bileşenin güvenliği, işlevi, formülasyon stabilitesi ve belirli özellikleri için tüketici tercihi dikkate alınmalıdır [8]. Kozmetik ürünler cilde uygulandığında, cilt hassasiyetine bağlı olarak tahriş gibi cilt hastalıklarına neden olabilir. Bu ürünler, alerjik reaksiyonlar ve toksikliğini kısa veya uzun sürede ortaya çıkararak farklı organlarda emilebilir ve depolanabilir [9].

Bazı araştırmacılar tarafından kurşun, krom ve kadmiyum gibi bazı toksik türlerin konsantrasyonunun, özellikle markasız ruj örneklerinde önemli bir endişe kaynağı olduğu, güvenli izin verilen sınır değerlerden çok daha yüksek değerlerde olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, bu kozmetik ürünlerin sürekli kullanımı, oküler sistemde ve insan vücudunda eser metal seviyelerde kabul edilebilir sınır seviyelerin üzerinde bir artışa neden olabilir [7]. Kurşuna maruz kalma değerlendirmeleri genel olarak gıda, su veya hava alımına dayanmaktadır. Toksik etkiler, genellikle uzun süreli maruziyete bağlıdır [10]. Kozmetik ürünlerden ruj kullanımıyla ilgili, sağlık ve refah için tehdit oluşturan birçok endişenin bazıları belirtilmiştir. Minimum seviyelerde de olsa sık sık günlük ruj kullanımı göz önünde bulundurularak, ilgili kimyasalların önemi anlaşılabilir [7, 11]. Son yıllarda medyada çıkan haberlere göre, rujlarda kurşun varlığı ifade edilmiş ve potansiyel Pb'ye maruz kalmanın zararlı olabileceği öne sürülmüştür. Bir kadının yaşamı boyunca 1.8 kg ruj yediği (birşey yerken ve/veya içerken) tahmin edilmektedir. Rujlardaki kurşun, diğer kurşun kaynaklarına kıyasla sadece küçük bir kurşun maruziyet kaynağını temsil eder, çünkü günlük olarak uygulanan ruj miktarı azdır. Bununla birlikte, kurşunun vücutta zamanla biriktiği, kurşun içeren rujun sürekli kullanılmasının önemli birikime ve maruziyete yol açabileceği gerçeği de göz ardı edilmemelidir. Kurşun, hem akut hem de kronik zehirlenme, organlarda patolojik değişim gibi ciddi sağlık tehlikelerine; kardiyovasküler sistem, böbrek, kemik ve karaciğer hastalıklarına; ve insan vücudunda aşırı biriktiğinde kansere neden olabilir. Kurşun ayrıca, hem erkeklerde hem de kadınlarda doğurganlığın azalmasıyla ilişkilendirilmiştir. Gebe kadınlarda kurşun, fetal beyine plasentadan girebilir [10, 12].

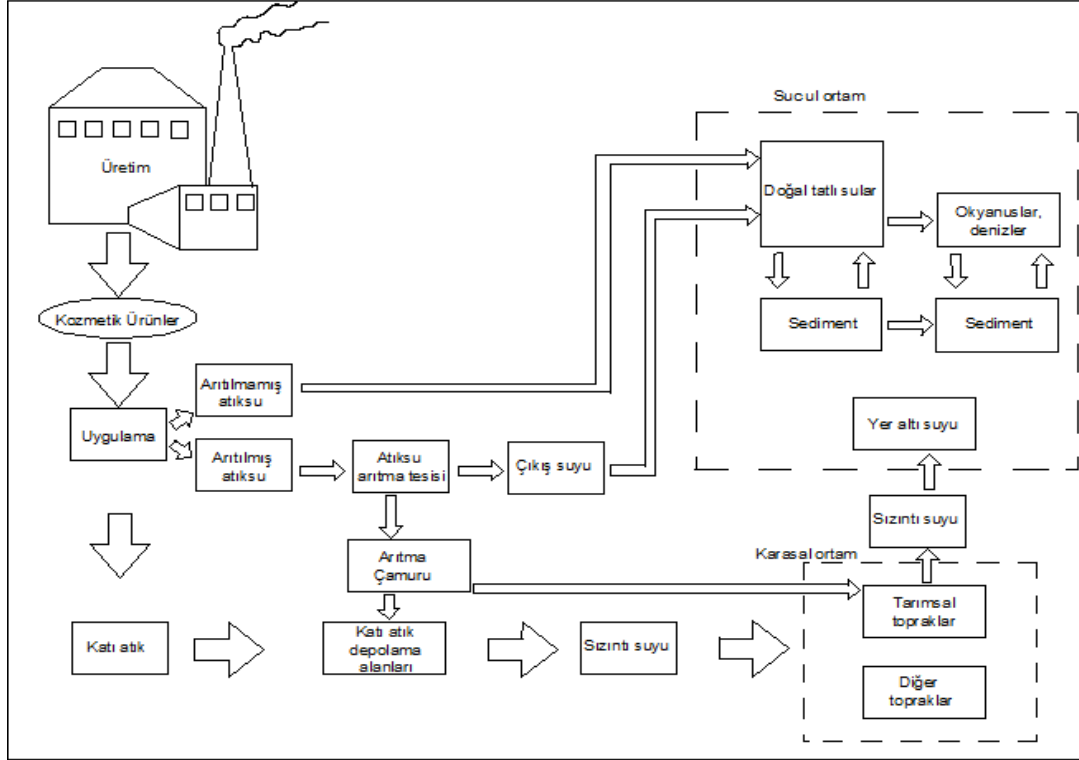
Metaller, vücutta zamanla birikmektedir. Metal içeren ürünlerin sürekli kullanılması, önemli ve tehlikeli maruz kalma seviyelerine yol açabilir. Toksik kurşun maruziyeti; hafıza kaybına neden olabilir, böbreklere ve merkezi sinir sisteme zarar verebilir [10]. Kurşun, sinir sistemi hala gelişmekte olan fetüsler, bebekler ve çocuklar için çok toksiktir. Kurşun vücuda çok yavaş absorbe edilmesine rağmen, vücuttan atılım hızı absorbe hızına göre daha yavaştır. Dolayısıyla, sürekli maruziyet ile kurşun vücutta yavaş yavaş birikebilir. Kırmızı kan hücreleri tarafından emilebilir, yumuşak dokularda özellikle karaciğer ve böbrekler içinde yoğunlaşabilir. Sinir sistemi, kurşun için en hassas hedeftir. Kalıcı nörolojik ve davranışsal hasara neden olabilir ve beyni birçok zararlı kimyasaldan koruyan kan-beyin bariyerini oluşturan hücrelere zarar verebilir. Kurşun zehirlenmesi belirtileri arasında iştah kaybı, halsizlik, anemi, kusma ve konvülsiyonlar bulunur ve bunlar bazen kalıcı beyin hasarına hatta ölüme yol açabilir. Kurşuna maruz kalmış annelerin yenidoğanları, maruz kalma süresi ve bu süreye bağlı olarak yavaşlayan zihinsel büyüme ve gelişim bozukluğu belirtileri gösterebilir. Ayrıca böbrek, hematolojik, endokrin ve üreme sistemi için toksik etkilere sahiptir ve hipertansiyon hastalığının devamı için risk faktörüdür. Bazı krom bileşiklerinin cilt ile teması, cilt ülserine neden olabilir. Krom'a son derece duyarlı insanlarda, cildin şiddetli kızarıklık ve şişmesinden oluşan alerjik reaksiyonlar bildirilmiştir [7]. Kozmetik ürünlerde kullanılan çözücüler; insan sağlığına zararlı etki gösterebilir, cilt tahrişine ve hassasiyetine neden olabilir [8]. İnsanların, paraben içeren ürünlere dermal maruz kalması, emilim için önemlidir, çünkü bazı parabenler insan derisine nüfuz etmektedir. İnsanda idrar, yağ dokusu, amniyotik sıvı ve plasenta dokusunda parabenler tespit edilmiştir [13].

### 3. KOZMETİK ÜRÜNLERİN ÇEVRE SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Kozmetik ürünlerde ambalaj seçimi büyük önem taşımaktadır. Kullanımdaki ürünün doğru bir şekilde uygulanmasını ve işlevini garanti etmek için, birçok ürünün korunması ambalajın sorumluluğundadır. Ayrıca ambalajı, ürünün tüketici tarafından kabul edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu bakış açısı, sürdürülebilirlik hedefleri için zor olabilir. Kozmetik ambalajları, biyolojik çeşitliliğe yavaş yavaş zarar vermekte, kara ve deniz kirliliğine neden olarak çevre üzerinde yüksek seviyelerde olumsuz etkiler yapmaktadır. Kozmetik ambalajında alüminyum, cam, kağıt ve karton, ahşap, plastik/polimerik materyaller gibi malzemeler kullanılmaktadır. Genel olarak, plastik malzemeler esnek ve hafif olmaları nedeniyle ambalaj malzemesinde ilk sırada tercih edilmektedir [8,14]. Bu kapsamda, ürün kullanımı sonrası oluşan plastik atıklar tüm ekosistem için tehlikelidir. Plastikler ucuz, hafif ve korozyona dayanıklı sentetik veya yarı sentetik organik polimerlerdir. Plastik atıklar kırılabilir, küçük parçalara ayrılma ve doğrudan güneş ışığı altında veya deniz suyunda UV radyasyonuna maruz kaldığında bozunma eğilimlidir. Bununla birlikte, plastiğin deniz ortamında tamamen ayrışması için geçen süre bilinmemektedir. En yaygın olarak kullanılan ve bol miktarda bulunan polimerler yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), polivinil klorür (PVC), polistiren (PS), polipropilen (PP) ve polietilen tereftalat (PET) olup, dünya genelindeki toplam plastik üretiminin yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır. Bu polimerler, özellikle su ortamları ve çevrede en yaygın bulunan plastiklerdir. Korozyona dayanıklı özelliklerinden dolayı çoğu plastik, bir yüzyıla kadar çevrede kalacak olan "parçalanması zor" malzemeler olarak kabul edilmektedir [15, 16]. 3R (reduce, reuse, recycle) kavramı olan; azaltmak, yeniden kullanım (dolum ambalajı) ve geri dönüşüm artık biyolojik olarak parçalanabilirliğin yanı sıra sürdürülebilir ambalaj için de zorunludur. Cam, alüminyum ve mukavva yıllardır geri dönüştürülmesine rağmen, plastiklerin geri dönüşümü son zamanlarda artmıştır ve bazı ülkelerde kozmetik şirketleri tüketici sonrası geri dönüştürülmüş artık plastikleri kullanmaktadır. Sürdürülebilirlik açısından büyük ilerlemeler, ambalaj alanında olmuştur. Şirketlerde, camın yerine %100 polietilen tereftalat (PET) ve kısmen geri dönüştürülmüş kağıttan yapılmış karton kullanılmaktadır. Geri dönüştürülmüş malzemelerin kullanımı, piyasada önem kazanmaya devam etmektedir. Bir yandan da, az yaygın olmasına rağmen, yeniden kullanılabilir ambalaj, sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak için etkili bir yoldur. Bu nedenle, bazı kozmetik şirketleri tarafından yeniden doldurulabilecek uzun ömürlü ambalajlar tercih edilmektedir. Bazı kozmetik ambalajlara yeniden kullanım nadiren uygulanır, çünkü ambalajın genellikle yağlı ve kremli artıklarla güçlü bir şekilde kontamine olması nedeniyle temizlenmesi kolay değildir. Biyopolimerler veya bitki bazlı plastikler, bambu ve odun lifi gibi diğer hammaddelerinde, bazı şirketler tarafından ambalaj uygulamalarında kullanıldığı bildirilmiştir [8, 17].

Kozmetik ürünlerin saç ve cilt üzerine uygulanması ile, özellikle de durulama ürünleri göz önünde bulundurulduğunda bu kimyasalların atık suya deşarj edileceği dolaylı olarak çevreye giriş yapacağı açıktır. Bu atıksuların fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlı olarak, atık su arıtma tesislerinden elde edilen çamurlar tarımsal amaçlar için kullanılabilirliğinden, nihayetinde nehirlere ve toprağa ulaşabilir [18]. Kozmetik ürün uygulamalarının çevre sağlığı üzerine etkileri Şekil 1'de verilmiştir [19].

Durulama ürünlerinin çevreye bir başka etkisi de, bu ürünlerde plastik mikro boncukların kullanımınıdır. Mikroplastikler, 1990 yılında deniz kirleticileri olarak kabul edilmiştir. Son zamanlarda denizlerde, plastik çöplerin artmasına neden olduğu için birçok çevre sorununu gündeme getirmiştir. Plastik mikro boncuklar; suda çözünmez, biyolojik olarak parçalanamaz, kanalizasyon filtrasyon sistemlerinde küçük oldukları için kolayca geçebilir, böylece nehirlere ve okyanuslara ulaşabilir. Plastik atıklardan özellikle küçük boyutlu mikroplastikler (< 5 mm), sadece deniz ortamını kirletmekle kalmaz, deniz organizmaları tarafından yutulabilir [8, 15, 20]. Bu mikroplastikler kuşlar, balıklar ve biyoçeşitlilik sorunlarına yol açabilecek diğer deniz canlıları tarafından yutulabilir. Mikroplastikleri deniz canlılarının yutması sonucunda dokularda kangren, iltihaplanma ve yırtılma olmakta böylece kimyasal kirleticilerin emilimi oluşmaktadır. Bu sorunu çözmek için biyolojik olarak parçalanabilen, doğal (fındık, ceviz, ananas, mısır, badem, kayısı gibi), organik ve mineral mikro boncuk (silika, pomza, mika) alternatifleri bulunmaktadır [8]. Güneş koruyucular gibi kozmetiklerde bulunan nanopartiküller, su ve toprağı kirleterek besin zincirinde biyolojik birikime neden olabilir [21].



**Görsel 1.** Kozmetik ürün uygulamalarının çevre sağlığına etkileri

Birçok kozmetik ürünün önemli bir bölümünü temsil eden çözücüler; ekstraksiyon, ayırma, formülasyon ve sentez işlemleri için kullanılmaktadır. Organik çözücülerin kullanımı çok yaygındır, kirlilik çoğunlukla petrokimya endüstrisinden, petrol bazlı glikol (propilen glikol, bütilen glikol) ve gliserin ile oluşmaktadır. Bunların çoğu çözücü uçucu organik bileşik olduğu için enerji kullanımı, hava kalitesi ve iklim değişikliğini etkilemektedir [8].

Sürdürülebilirliği önemseyen bir ürünü formüle etmeye çalışırken, botanik temelli üretilen doğal renklendiriciler tercih edilmelidir, ancak bu bitkilerin nasıl yetiştirildiği ve ormansızlaşmayı önlemek için ekstraksiyonun nasıl yapıldığına dikkat edilmelidir. Bu durum, hayvansal kaynaklı renklendiriciler için de geçerlidir. Böcek *Dactylopius coccus* kabuklarından elde edilen hayvan kaynaklı renklendirici karmin, hayvan yaşamını olumsuz yönde etkileyebilir [8].

Parfümler, karakteristik hoş kokuya sahip organik bileşiklerin karışımlarından oluşmaktadır. İçeriğine bakılmaksızın, parfüm cilt tahrişi ve alerjik reaksiyonlar gibi çeşitli sağlık sorunları ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, hava kirliliğine neden olan ve düşük biyobozunurluğa sahip uçucu bileşikler oldukları için çevresel etkileri de bulunmaktadır [8]. Bazı deodorantlar, saç spreyleri ve tıraş köpükleri'nde kloroflorokarbonlar (CFC) bulunabilir. Bu ürünler ozon tabakasının incelmeye neden olmaktadır [22].

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Antropojenik etkiler sonucu, çevreye salınan kirleticilerin sayısı artmaktadır. Bu kapsama, kozmetik ürünlerde girmektedir. Ürünlerin kullanımı ile bu ürünler cilde nüfuz ederek, iç organlarda zamanla birikebilir ve sağlığı olumsuz etkileyebilir. Kozmetik ürünlerin insanlar tarafından yoğun kullanımına bağlı olarak, kimyasallar yüzey ve yer altı sularına karışabilir; kullanımı sonrası oluşan çoğunlukla plastik ambalaj atıkları çevre kirliliğine, dolaylı olarak da kirletici karakterine bağlı olarak besin zinciri ile biyoakümülyasyona neden olabilir. Durulama ürünleri açısından değerlendirildiğinde, bu ürünlerde mikroplastik kullanımı su ekosistemini olumsuz yönde etkilemektedir. Ürünlerin çevresel uyumluluğunu değerlendirmede, ürün hammaddelerinin ekotoksikolojik ve biyodegradasyon özellikleri bilinmelidir. Böylece, kozmetik ürünlerin çevreye etkileri öngörülebilir.

Tüketicilerin bir üründen etkilenmesi, büyük ölçüde ürün tasarımı ve pazarlamasına bağlıdır. Üreticiler tarafından ürün bileşenlerinin çevreye olumsuz etkilerini azaltmak için, ürünlerin biyoakümüasyonu iyileştirilebilir. Ürünler ile ilgili tüketicilere, amaca uygun ürün miktarı (kullanım başına miktar ve kullanım sıklığı) ve çevresel etkileri belirtilerek öneride bulunulabilir. Ürünü kullanan tüketiciler, sorumlu tüketim amacıyla fark yaratabileceklerini bu sayede anlayabilirler. Piyasada kozmetik sayısı sınırsız olup, birçok kozmetik ürün birlikte kullanıldığında farklı maruz kalma modelleri ve sağlık etkileri oluşmaktadır. Toksik metallere maruziyeti azaltmak için, kozmetik ürünlerin güvenliği konusunda araştırmaların artırılması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] Parish, L. C., Crissey, J. T. (1988). Cosmetics: A historical review, *Clinics and Dermatology*, 6 (3), 1-4.
- [2] Kozmetik Yönetmeliği (2005). Resmî Gazete Tarihi: 23.05.2005 Resmî Gazete Sayısı: 25823.
- [3] Bocca, B., Pino, A., Alimonti, A., Forte, G. (2014). Toxic metals contained in cosmetics: A status report. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 68 (3), 447-467.
- [4] Panigati, M., Piccone, M., D'Alfonso, G., Orioli, M., Carini, M. (2002). Determination of lead and cadmium in titanium dioxide by differential pulse anodic stripping voltammetry. *Talanta*, 58 (3), 481-488.
- [5] Mitsui, T. (1997). *New Cosmetic Science*. Elsevier, Amsterdam-Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Singapore-Tokyo.
- [6] Purwanto, P., Permana-Citra, A. D. (2019). Recycling and processing of solid waste into products of the cosmetic packaging industry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1295, 1-8.
- [7] Gondala, M. A., Seddigi, Z. S., Nasr, M. M., Gondal, B. (2010). Spectroscopic detection of health hazardous contaminants in lipstick using Laser Induced Breakdown Spectroscopy. *Journal of Hazardous Materials*, 175, 726-732.
- [8] Bom, S., Jorge, J., Ribeiro, H. M., Marto, J. (2019). A step forward on sustainability in the cosmetics industry: A review. *Journal of Cleaner Production*, 225, 270-290.
- [9] Wang, C. C., Masi, A. N., Fernandez, L. (2008). On-line micellar-enhanced spectrofluorimetric determination of rhodamine dye in cosmetics. *Talanta*, 75, 135-140.
- [10] Soares, A. R., Nascentes, C. C. (2013). Development of a simple method for the determination of lead in lipstick using alkaline solubilization and graphite furnace atomic absorption spectrometry. *Talanta*, 105, 272-277.
- [11] URL-1, (2013). Metals in lip products a cause for concern? *Environmental Health Perspectives*, 121 (6), A196. <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.121-a196>.
- [12] Al-Qahtani, K. M. A., Ahmed, H. A. M., Al-Otaibi, M. B. (2016). Detection of toxic metals in lipsticks products in Riyadh, Saudi Arabia. *Oriental Journal of Chemistry*, 32 (4), 1929-1936.
- [13] Juliano, C., Magrini, G. A. (2017). Cosmetic ingredients as emerging pollutants of environmental and health concern. A mini-review. *Cosmetics*, 4 (11), 1-18.
- [14] Civancik-Uslu, D., Puig, R., Voigt, S., Walter, D., Fullana-i-Palmer, P. (2019). Improving the production chain with LCA and eco-design: Application to cosmetic packaging. *Resources, Conservation & Recycling*, 151, 104475.
- [15] Li, W. C., Tse, H. F., Fok, L. (2016). Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the Total Environment*, 566-567, 333-349.
- [16] Adrados, A., Marco, I., Caballero, B. M., López, A., Laresgoiti, M. F., Torres, A. (2012). Pyrolysis of plastic packaging waste: A comparison of plastic residuals from material recovery facilities with simulated plastic waste. *Waste Management*, 32, 826-832.



- [17] Cinelli, P., Coltelli, M. B., Signori, F., Morganti, P., Lazzeri, A. (2019). Cosmetic packaging to save the environment: Future perspectives. *Cosmetics*, 6 (26), 1-14.
- [18] Berger, H. (1997). Environmentally compatible surfactants for the cosmetic industry. *International Journal of Cosmetic Science*, 19, 227-237.
- [19] Wiechers, J. W., Musee, N. (2010). Engineered inorganic nanoparticles and cosmetics: Facts, issues, knowledge gaps and challenges. *Journal of Biomedical Nanotechnology*, 6, 408-431.
- [20] Fendall, L. S., Sewell, M. A. (2009). Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1225-1228.
- [21] EPA (2007). *Nanotechnology White Paper*. US Environmental Protection Agency, EPA 100/B-07/001, February, Washington DC 20460.
- [22] Regan, P. M. (2015). *The politics of global climate change*. Taylor & Francis, USA.

## YEŞİL ÇEVRE OLUŞUMU: YEŞİL ENERJİNİN ÇEVRE VE ÇALIŞAN SAĞLIĞI AÇISINDAN RİSKLERİ

**Yüksek Lisans Öğrencisi, Zeyneb KAHRAMAN<sup>1</sup>, Dr. Öğrt Üyesi, Keriman YÜRÜTEN ÖZDEMİR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, - ORCID ID : 0000-0001-6855-9386

<sup>2</sup>Kastamonu Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, - ORCID ID: 0000-0002-5561-5702

### ÖZET

İklimin ortalama durumunda ya da onun değişkenliğinde onlarca ya da daha uzun yıllar boyunca süren istatistiksel olarak anlamlı değişimler olarak tanımlanan iklim değişikliği nedeniyle dünya her geçen gün giderek artan bir tehdit altındadır. Bu sorunun ana etkeni olan sera gazları, büyük ölçekte enerji tüketimi nedeniyle gerçekleşmektedir. Buna çözüm arayışlarından biri ise yenilenebilir enerji sistemleri olarak bilinen yeşil enerjidir. Yeşil enerji, çevreyi korumayı hedefleyen ve bu doğrultuda yapılması gerekenleri çevreci bir üretim şekliyle benimseyen yeşil bir iştir. Ancak “yeşil” ifadesi, bahsi geçen bu işlerin hem çevre sağlığı hem de çalışan sağlığı bakımından risk oluşturduğu gerçeğini değiştirmemektedir. Yapılan araştırmalar yeşil enerjinin çevresel katkılarına odaklanırken, risk barındıran yönlerini çoğu zaman dikkate almamaktadır. Bu nedenle çalışma, yeşil enerjinin bilinenin aksine dikkat çekmeyen çevresel risklerine vurgu yapmak ve çalışan sağlığı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla hazırlanmıştır. Çalışma, literatürdeki araştırmalar ışığında gerçekleştirilmiş olup, yeşil enerji alanında genel bir bakış açısı oluşturmak ve farkındalık yaratmak istenmiştir. Sonuç olarak, iklim değişikliği hedefleri kapsamında oldukça umut verici görünen yeşil enerji, görünenin aksine çevreci hedeflerle çelişen riskler ortaya çıkarmaktadır. Özellikle minimum düzeyde olsa bile bu enerji sistemlerinin sera gazı emisyonları yaydığı bir gerçektir. Ormanların ve ekilebilir arazilerin azalması, doğal afetlerin tetiklenmesi (heyelan, deprem gibi), su kullanımının artması ayrıca, çevreyi korumakla atfedilen yeşil enerji ile çelişen bir yapı oluşturmaktadır. Tüm bunların yanında üretim süreçlerinin tüm aşamalarında, çalışanlar; kimyasal, psikososyal, ergonomik, fiziksel ve biyolojik olmak üzere çeşitli risklerle karşı karşıyadır. Geleneksel üretim süreçlerindeki benzer risklerin yanında yeşil teknolojinin beraberinde getirdiği (zehirli oksitler, radyasyon, olumsuz hava koşullarında çalışma vb.) riskler çalışan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu doğrultuda yeşil enerjiden bahsederken

mutlaka çevre ve çalışan sağlığı risklerine dikkat çekilmeli, ayrıca bu alanda daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** çevre, çalışan sağlığı, iklim değişikliği, risk, yeşil enerji

## **GREEN ENVIRONMENT FORMATION: ENVIRONMENTAL AND WORKER HEALTH RISKS OF GREEN ENERGY**

The world is increasingly threatened by climate change, defined as statistically significant changes in the average state of the climate or its variability over decades or more. Greenhouse gases, which are the main factor of this problem, are caused by energy consumption on a large scale. One of the solutions to this problem is green energy, also known as renewable energy systems. Green energy is a green business that aims to protect the environment and adopts a green way of production. However, the term "green" does not change the fact that these jobs pose risks in terms of both environmental health and employee health. While the researches focus on the environmental contributions of green energy, they often do not take into account the aspects that pose risks. For this reason, this study was prepared to emphasize the environmental risks of green energy, which, contrary to popular belief, do not attract attention, and to examine its effects on employee health. The study was carried out in the light of research in the literature, and it was aimed to create a general perspective and raise awareness in the field of green energy. In conclusion, green energy, which looks very promising in the context of climate change targets, poses risks that contradict environmental goals. In particular, it is a fact that these energy systems emit greenhouse gas emissions, even at a minimal level. The reduction of forests and arable land, the triggering of natural disasters (landslides, earthquakes, etc.), and the increase in water use also create a structure that contradicts the green energy attributed to protecting the environment. In addition to all these, at all stages of production processes, workers are exposed to various risks, including chemical, psychosocial, ergonomic, physical and biological. In addition to similar risks in traditional production processes, the risks brought by green technology (toxic oxides, radiation, working in adverse weather conditions, etc.) negatively affect employee health. Accordingly, when talking about green energy, attention should be drawn to environmental and employee health risks, and more studies should be conducted in this field.

**Keywords:** environment, employee health, climate change, risk, green energy

## 1. GİRİŞ

Dünyanın birçok ülkesinde, başta kömür olmak üzere fosil yakıtların yakılması ile elektrik üreten geleneksel enerji üretim süreçlerinin, havayı, toprağı ve suyu etkili bir şekilde kirlettiğı ve büyük miktarlarda karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve diğere birçok zararlı madde ürettiğı bilinmektedir (PCC, 2022). CO<sub>2</sub>, atmosfere salınan insan kaynaklı başlıca sera gazlarından biridir (U.S. Environmental Protection Agency, 2016) ve sera gazı emisyonlarının yaklaşık %73'ünü oluşturmaktadır (Olivier ve Peters, 2020). Bu oluşumun kaynaklarından biri büyük ölçekte enerji tüketimidir. Tarım ve Orman Bakanlığı bir raporunda, küresel ölçekte enerji tüketiminin, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının %73'ünden sorumlu olduğunu belirtmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021). İnsan kaynaklı sera gazı yayılımının, iklim değışikliğine gün geçtikçe daha fazla katkıda bulunduğu ve bu durumun hem çevresel hem sağlık sorunları nedeniyle küresel düzeyde tehdit yarattığı açıkça görülmektedir.

Dolayısıyla son yıllarda, iklim değışikliği ve çevresel bozulma, gelecekteki çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği ciddi şekilde tehlikeye atmakta ve “yeşil büyüme paradigması”na ilgi uyandırmaktadır (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2011). Bu noktada “yeşil işler” ilk olarak akla gelmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tanımına göre yeşil işler; çevrenin korunmasına ve çevre kalitesinin artmasına, her türlü atık ve kirliliğın azaltılmasına yarayan işler olarak tanımlanmaktadır (International Labor Organization, 2008). Bu işler, ekosistemin ve biyoçeşitliliğın korunması, hammadde ve su tüketiminin azaltılması, yeni teknolojilerin araştırılması ve geliştirilmesi, enerji verimliliğı, doğru atık yönetimi ile ilgili yüksek verimli faaliyetlerdir (United Nations Development Programme [UNDP], 2008; Valenti vd., 2016). Daha spesifik olarak, yeşil işler, özellikle yenilenebilir enerji üretimi alanında çevre kalitesinin korunmasına ve eski haline getirilmesine önemli ölçüde yardımcı olmaktadır (Valenti vd., 2016). Yeşil enerjide, enerjinin temini için sürekli olarak doğal süreçlerden faydalanılmakta (Özsoy, 2016) ve bu anlamda yeşil enerji terimi, yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjiyi ifade etmektedir. Yeşil enerjinin üretildiğı yenilenebilir enerji sistemleri güneş, rüzgar, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle olarak sıralanabilir.

Temiz enerjiye geçişin, dünya çapında elektrik sistemlerinde büyük bir yapısal değışiklik getireceğı ortadadır. Nitekim son on yılda yenilenebilir üretim artışıdır ve özellikle iklim değışikliği hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunduğundan, bu eğilimin devam edeceğı ve hatta hızlanacağı düşünülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı Sürdürülebilir Kalkınma



Senaryosunda, yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam üretimdeki yıllık ortalama payının 2040 yılına kadar %45'e ulaşacağı tahmin edilmektedir (International Energy Agency, 2021). Yeşil enerji kaynaklarındaki artışla birlikte çevre sağlığı açısından salt bir doğrudan bahsedilemeyeceği gibi, çalışan sağlığı açısından da yeni risklerin ortaya çıkacağı öngörülebilir bir durumdur. Yapılan çalışmalar, yeşil enerjinin çoğunlukla çevre dostu yönlerine vurgu yapmakta, bu nedenle çevresel riskler ve beraberinde çalışan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler üzerinde durulmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışma, yeşil enerjinin dikkat çekmeyen çevresel yönlerine vurgu yapmak, ayrıca yeşil enerjinin çalışanlar açısından risk barındıran unsurlarını İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) açısından incelemek ve bu alanda genel bir bakış açısı oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır. “Yeşil” olarak ifade edilen işlerin gün geçtikçe daha da yaygınlaşacağı göz önünde bulundurulduğunda, farkındalık yaratmanın ve yeşil enerjinin bilinmeyen yönlerine dikkat çekmenin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

## 2. YEŞİL ENERJİNİN ÇEVRESEL RİSKLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

Enerji ve kullanım sorunları yalnızca küresel ısınmayla değil, aynı zamanda çevre kirliliği, ozon bozulması, yaşam alanı kaybı gibi sorunlarla da ilgilidir (Nazir vd., 2020a). Yeşil enerji, daha az kirliliğe neden olan ve olumlu çevre etkisi nedeniyle küresel ölçekte alternatif hale gelmiş olsa da aslında “yeşil iş” olarak ifade edilen yeşil enerjinin hiç akla gelmeyen veya üzerinde durulmayan çevresel risklere yol açtığı/açacağı gün yüzüne çıkmaya başlamaktadır. Özellikle enerji kaynakları çeşitliliği nedeniyle yeşil enerji olarak atfedilen yenilenebilir enerji sistemleri çeşitli riskler ortaya çıkarmaktadır. Yeşil enerji kaynaklarına ilişkin yapılan literatür taraması sonucunda belirlenen çevresel riskler Çizelge 1’de verilmiştir. Ayrıca yeşil enerji, yeşil çevre oluşumunun hedefleri doğrultusunda aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir.

*Fosil yakıt, hammadde, su, enerji ve diğer kaynakların tüketimini azaltmak için doğal kaynakların ekolojik açıdan verimli ve bilinçli bir şekilde kullanılmasını sağlamak:* Yeşil enerji sistemlerinin yaygınlaşmaya başlamasıyla, kurulum için gereken saha nedeniyle doğal alanlar yok olmakta, birçok canlı türünün yaşam alanı daralmaktadır. Ayrıca bazı sistemlerde su kirliliği ve toprak kirliliğinin yanı sıra suyun aşırı kullanımına bağlı olarak su sorunları yaşanması olasıdır.

*Sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik bir strateji geliştirerek iklim değişikliği sorunlarını çözmeye çalışmak:* Ormanların ve arazilerin yok olmasıyla birlikte karbon akışı artmakta, yeşil alanlar azaldıkça havadaki kirleticiler de ortama yayılmaktadır. Nitekim yeşil alanların iklim değişikliğine katkıda bulunmasından dolayı, bu kaynakların aslında dolaylı olarak da olsa iklim

değişikliğine katkıda bulunduğu bir gerçektir. Yakın tarihli Avrupalı bir araştırma projesinde (Jones, vd., 2013), havadaki karbondioksiti yakalamak için gereken en hızlı yolun, ekilebilir bölgeyi otlaklara dönüştürmek olduğu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra bazı yeşil enerji sistemleri minimum düzeylerde de olsa sera emisyonları yaymaktadır (bkz. Çizelge 1).

*Atık üretimini en aza indirmek, atıkları uygun ve bilinçli bir şekilde bertaraf etmek:* Enerji sistemleri ömürlerini tamamlandığında geri dönüşüm işlemlerinin yapılması gerekirken, birçok malzeme atık olarak uygun olmayan sahalara bırakılmaktadır. Uygunsuz olarak bertaraf edilen bu atıkların çevresel açıdan ek risklere neden olacağı açıktır. Örneğin, United Nations Climate Change [UNFCCC], geri dönüştürülmeyen elektronik atıkların sera gazı emisyonlarına %4,25 katkıda bulunduğunu bildirmektedir (UNFCCC, 2020).

*Biyolojik çeşitliliği, yani hayvan ve bitki türlerini korumak:* Rüzgâr türbinlerinin sayısı arttıkça kuş ölüm oranlarının da arttığı bilinmektedir (Nazir vd., 2020a). Ayrıca araştırmalar, rüzgar türbinlerinin deniz suyuyla inşa edilen alanlarında balık sayısının önemli ölçüde arttığını göstermekte, bu nedenle rüzgara dayalı türbin birimleri tarafından üretilen elektromanyetik alan ve gürültünün, balık yaşamları üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir (Lintott vd., 2016).

**Çizelge 1. Yeşil Enerjinin Çevresel Riskleri**

Yeşil Enerji Kaynakları	Çevresel Riskleri	Referanslar
Güneş	Ekilebilir arazide azalma	Sampaio ve González, (2017)
	Mikro iklimdeki değişiklikler	Hernandez vd., (2014)
	Elektromanyetik alan etkileri	
	Erozyon ve biyolojik çeşitlilik kaybı	
Rüzgar	Panellerdeki zehirli maddeler	Aman vd., (2015); Tyagi vd., (2013)
	Ormansızlaşma ve toprak erozyonu	Dai vd., (2015)
	İklim değişikliği	Zhou vd., (2012)
	Hammaddelerden (bakır, demir, çelik, çimento, reçine vb.) kaynaklanan kirletici emisyonu	Cheng-kang vd., (2019); Uddin ve Kumar, (2014)
	Toprakları sıkıştırmak ve drenaja zarar vermek	Henderson, (2018)
Hidroelektrik	Sulak alanların zarar görmesi	
	Ağır metal kirliliği	Chen vd., (2015)
	Manyetik alan yaratma	Kelly-Richards vd. (2017)
	Ormansızlaşma	Botelho vd., (2017)
	Tarımsal üretkenliğin kısıtlanması	Pearse-Smith, (2012)
Doğal bitki örtüsünün yok edilmesi	Hussain vd., (2019)	

Jeotermal	Sera gazı emisyonları*	Berrizbeitia, (2014); Hanbury vd., (2018); Holm vd., (2012); Shortall vd., (2015)
	Hidrojen sülfür (H <sub>2</sub> S) emisyonu	Berrizbeitia, (2014);
	Su kirliliği (örn. arsenik, kurşun, flor)	Shortall vd., (2015)
	Sismik olayların sıklığında artış**	
	Yeraltı suyu kirliliği	Berrizbeitia, (2014)
Biyokütle, biyoenerji, biyoyakıt	Ağır metal kirliliği	Yılmaz ve Kaptan, (2017)
	Atık (örn. sondaj çamuru)	Bromley vd., (2006)
	Nitröz oksit ve zehirli hava kirleticilerin emisyonu	Abbasi ve Abbasi, (2010)
	Şiddetli toprak erozyonu	
	Topraklarda önemli besin kaybı	
	Su kaynaklarının artan kullanımı (sulama)	Abbasi ve Abbasi, (2010); Cellura vd., (2014);
	Tarım ilaçları ve gübrelerin neden olduğu su kirliliği	Abbasi ve Abbasi, (2010); Cellura vd., (2014);
Biyokütlenin depolanması sırasında yangın, patlama ve yerel hava kirliliği	ILO, (2012)	
Ormansızlaşma	Abbasi ve Abbasi, (2010)	

\*Jeotermal kuyulardan elde edilen enerjinin kullanılması, yer çekirdeğinde hapsolan CO<sub>2</sub>, hidrojen sülfür, metan ve amonyak gibi sera gazları açığa çıkarır (Holm vd., 2012).

\*\*Jeotermal enerji, sismik olarak aktif alanlarda yer almaları ve jeotermal kullanımının, jeolojik değişikliğe yol açma potansiyelinden dolayı bazı tehlikelerle ilişkilendirilir (Shortall vd., 2015).

### 3. YEŞİL ENERJİNİN ÇALIŞAN SAĞLIĞI AÇISINDAN RİSKLERİ

Yeşil ekonomiye büyük önem verilmesine karşın, İSG sorunları pek dikkate alınmamakta (Valenti vd., 2016), ayrıca yenilenebilir enerji sektörünün İSG konusunda sektöre özgü standartları ve göstergeleri bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra işçi güvenliği ve özellikle uzun vadeli iş sağlığı etkileri üzerine araştırmalar sınırlıdır (Sameeksha, 2018). Enerji tesislerinde; tasarım, kurulum, imalat, bakım, söküm ve bertaraf/geri dönüşüm olmak üzere birçok aşamanın bulunduğu ve bu süreçlerin farklı çalışanları (elektrik, imalat ve geri dönüşüm işçileri gibi) kapsadığı düşünüldüğünde, İSG alanındaki eksikliklerin olumsuz birçok duruma yol açması kaçınılmazdır. Yeşil enerjide işin doğası gereği sıklıkla karşılaşılan riskler; yüksekte çalışmaya bağlı kayma/düşme, elektrik, ekipmanlardan kaynaklanan yaralanma ve ergonomik riskler gibi diğer sektörlerde karşılaşılabilecek benzer risklerdir.

Bahsi geçen geleneksel risklerin yanında yeşil çalışanlar, potansiyel olarak yeni teknolojilerin, maddelerin, süreçlerin, iş gücü değişikliklerinin vb. kullanıma girmesiyle ilişkili olarak “yeni ortaya çıkan” risklere maruz kalmaktadır (Valenti vd., 2015). Yenilenebilir enerjinin, fosil yakıtlara kıyasla daha az mesleki yaralanma ve ölümle sonuçlanabileceği öne sürülse de, her süreç, tesislerin inşasında, işletilmesinde ve bakımında benzersiz mesleki tehlikeler (bkz.

Çizelge 2) sunmaktadır (Sameeksha, 2018). Örneğin güneş enerjisi imalatında, silikon gofretleri temizlemek için kullanılan hidroflorik asit ve yanıcı olan silan gazı gibi kimyasalların toksisitesi; aşındırıcılığı, yanıcılığı ve patlayıcılığı nedeniyle işçi sağlığını olumsuz etkileyebilir (Valenti, 2016). Diğer taraftan bir içerik analizi, biyokütle üretimi ve dağıtımını yoluyla göreceli ölüm riskinin diğer birçok enerji türü arasında dördüncü en yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Sovacool vd., 2015).

Avrupa İSG Ajansı bir raporunda, hızlı inovasyonlar nedeniyle yenilenebilir enerji endüstrilerinde beceri eksikliklerinin yaygın olduğunu ve tehlikeli işlerin genellikle daha az vasıflı işçiler tarafından yürütüldüğünü belirtmektedir. Özellikle sektöre yeni girenler, risklere ve yeni kombinasyonlarına yeterince aşına değildir. Eğitim almadıkları halde sürece dahil olan ve bu nedenle sağlıklarını ve güvenliklerini riske atan deneyimsiz işçiler beceri boşluklarına yol açabilmektedir. Becerilerdeki bu uyumsuzluk ve sürekli değişen işyeri düzeni, işi daha zor hale getirerek çeşitli İSG sorunlarına yol açmaktadır. (Bradbrook vd., European Agency for Safety and Health at Work [EU-OSHA], 2022). Zaman veya maliyet baskısı gibi güvencesiz çalışma koşullarının yanı sıra (EU-OSHA, 2013a), çalışanların farklı becerileri sahip olma gerekliliği; iş stresi ve buna bağlı olarak iş-yaşam dengesizliği, tükenmişlik ve işe devamsızlık gibi birçok psikososyal riskin tetikleyicisi haline gelmektedir.

Aydın, (2020) çalışanların, işin yapılacağı alanlara ulaşım zorlukları, zorlu hava şartları ve santralin yerleşim yerlerinden uzak olmaları nedeniyle psikososyal anlamda zorluklar çektiğini aktarmaktadır (Aydın, 2020).

**Çizelge 2. Yeşil Enerjide Mesleki Tehlikeler ve Çalışan Sağlığına Etkisi**

Yeşil Enerji Kaynakları	Mesleki Tehlike	Çalışan Sağlığına Etkisi	Referanslar
Güneş	Olumsuz hava koşulları	Sıcak/soğuk stresi, dikkat kaybında artış, göz bozuklukları, kanser	Aycan, (2018); EU-OSHA, (2013a); Taylor, (2010)
	Yük taşıma, ergonomik tehlike	Kas-iskelet sistemi bozuklukları	EU-OSHA, (2013a); Taylor, (2010)
	Hidroflorik asit ve silan gazı toksisitesi	Yanık ve patlama	Valenti, (2016)
	Kadmiyum tellürid toksisite	Kanserojen etki	Valenti, (2016)
	Piller, paneller ve invertörler	Zehirli oksitler ve elektrik çarpması	Sen vd., (2021)
Rüzgar	Gürültü	Bilişsel bozulma, yaşam kalitesi etkilenimi	Nazir vd., (2020b)
	Fiberglas, sertleştirici, aerosol ve karbon kaynaklı toz/dumanlara maruziyet	Dermatit, baş dönmesi, uyku hali, karaciğer/böbrek hasarı, yanık, üreme sistemine etki	EU-OSHA, (2013b)

	Hareketli parça/ nesne düşmesi	Yaralanma	
	Elektrikli ekipman, yanıcı madde, yağlayıcı kullanımı	Elektrik çarpması	
	Elle taşıma, fiziksel çaba, uygunsuz duruş	Kas-iskelet bozuklukları	EU-OSHA, (2013b); Valenti, (2016)
Hidroelektrik	Yüksekte çalışma	Düşme, kayma	Baysan, (2019);
	Elektrik tehlikesi	Elektrik çarpması	Valenti, (2016)
	Kimyasal ile çalışırken yangın/ patlama riski	Yanma, ölüm	
	Hidrojeolojik risk (sel vb.)	Ağır yaralanma, boğulma	
	Gürültü	İşitme kaybı, meslek hastalığı, stres, kaygı	Baysan, (2019); Işık vd., (2022)
Jeotermal	Hendek açma, gürültü, titreşim vb. tehlikeler	Rahatsızlık, çeşitli sağlık sorunları	Shortall vd., (2015); Valenti, (2016)
	TENORM kirliliği: İyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmak*	Kanser, ölüm	Berrizbeitia, (2014); EPA, (2012)
	Arsenik vb. madde emisyonları	Nörofizyolojik değişiklikler	Jumpponen vd., (2014); Morales-Simfors ve Bundschuh, (2021)
	Hidrojen sülfür gazı maruziyeti	Göz tahrişi, sinir sistemi, solunum, kardiyovasküler hastalık, ölüm	Hanbury vd., (2018); Shortall vd., (2015)
Biyokütle, biyoenerji, biyoyakıt	Tehlikeli uçucu organik bileşiklere-VOC (toz, endotoksin) ve metal (arsenik gibi) maruziyeti	Kanser, merkezi sinir sistemi bozuklukları, alt ve üst solunum yolu tahrişi	Jumpponen vd., (2014); Valenti, (2016)
	Hidrojen sülfür gazı maruziyeti	Bilinç kaybı ve ölüm	Health and Safety Executive, (2015)

\*TENORM: teknolojik olarak geliştirilmiş doğal radyoaktif madde. Yüksek sıcaklıktaki jeotermal sıvıdaki çözülmüş minerallerde radyum gibi radyonüklidler bulunabilir. Bu durumda üretim çamurları ve atık su radyoaktif malzeme içerir (Environmental Protection Agency [EPA], 2012).

#### 4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yeşil enerji çevre dostu olarak nitelendirilsede bu alanda kullanılan enerji sistemleri ile birlikte, oldukça önemli çevresel ve çalışan sağlığı risklerinin ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Çevre açısından dikkat çeken en önemli risklerden biri yeşil enerji sistemlerinin sera gazı emisyonları yaymasıdır. Bu yayılım fosil yakıtlarla kıyaslanmayacak seviyede düşük olsa da, yeşil enerjinin iklim değişikliğine katkıda bulunduğu gerçeğini değiştirmemektedir. Bu durum ayrıca çevreyi korumayı hedefleyen “yeşil iş” kavramıyla da çelişmektedir. Su kullanımında artış ve su kirliliği gibi sorunlar yeşil enerjinin beraberinde getirdiği diğer çevresel risklerdendir. Yapılan araştırmalar heyelan, sel gibi doğal afetlere ek olarak yeşil enerjiyi, deprem gibi sismik tehlikelerle ilişkilendirmektedir. Diğer taraftan enerji sistemlerinin imalatında, tasarımında, bakımında veya sökme işlemleri sırasında birçok çalışan çeşitli risklerle karşı karşıyadır. Sistem

bileşeninde kullanılan piller, paneller veya çeşitli ekipmanların; ağır metal, tehlikeli birçok gaz ve toz yayılımına sebep olduğu ve çalışan sağlığını azımsanmayacak düzeyde tehdit ettiği görülmektedir. Ayrıca santrallerin oldukça uzak mesafelere kurulumundan kaynaklı psikososyal sorunlarla da karşılaşmaktadır.

Tüm bu sonuçlar; yeşil çevre hedefleriyle oldukça öne çıkan yeşil enerji sistemlerinin, aslında hedefe ulaşma bağlamında birçok riski göz ardı ettiğini göstermektedir. Çevresel tehditlerin yanında doğrudan üretimde, dağıtımda veya geri dönüşümde rol alan çalışanlar, bilinçsiz ve eğitimsiz olarak birçok tehlikenin eşiğindedir. Bu nedenle yeşil enerjinin tüm aşamalarında çevresel ve sağlık risklerinin dikkate alınarak gerekli planlamaların yapılması ve bu alanda standartların oluşturulması gerekliliği doğmaktadır. Ayrıca sağlıklı ve güvenli bir çalışmanın ana noktası olan İSG eğitimlerinin verilmesi oldukça önemlidir. Süreç, çok disiplinli girdiler gerektirdiği için çevrenin korunması dahil olmak üzere çeşitli disiplinlerde kilit aktörlerin işbirliği gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

Abbasi T., Abbasi S., Biomass Energy and the Environmental Impacts Associated with its Production and Utilization, *Renew Sustain Energy Rev*, 14, 3, 2010, pp. 919-937.

Aman M., Solangi K., Hossain M., Badarudin A., Jasmon G., Mokhlis H., et al., A Review of Safety, Health and Environmental (SHE) Issues of Solar Energy System, *Renew Sustain Energy Rev*, 41, 2015, pp. 1190-1204.

Aycan, H., *Güneş Enerji Santrallerinde Risk Analizi ve Değerlendirmesi*, Süleyman Demiral Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Proje II, Isparta, 2018.

Aydın, M. G., *Rüzgâr Enerji Santrallerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Riskler ve Bir Örnek Alandaki Risk Değerlendirmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2020.

Baysan, F., *İşletmedeki Hidroelektirik Santrallerde Kaza Risklerinin Değerlendirilmesinde Finne Kinney ve ISO 31000 Yöntemlerinin Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019.

Berrizbeitia, L.D., *Environmental Impacts of Geothermal Energy Generation and Utilization* Geotherm Commun, 2014.

Bradbrook, S., Duckworth, M., Ellwood, P., Miedzinski, M., Reynolds, J., *Green jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020*, Project management: Emmanuelle Brun and Xabier Irastorza, EU-OSHA, Belgium, 2013.

Botelho, A., Ferreira, P., Lima, F., Pinto, L.M.C., Sousa, S., *Assessment of the Environmental Impacts Associated with Hydropower*, *Renew Sustain Energy Rev*, 70, 2017, pp. 896-904.

Bromley, C., Mongillo, M., Rybach, L., Sustainable Utilization Strategies and Promotion of Beneficial Environmental Effects–Having Your Cake and Eating it too. In: Proceedings of the New Zealand Geothermal Workshop 2006, 2006.

Cellura, M., La Rocca, V., Longo, S., Mistretta, M., Energy and Environmental Impacts of Energy Related Products (ErP): A Case Study of Biomass-Fuelled Systems, *J Cleaner Prod*, 85, 2014, pp. 359-370.

Chen, S., Chen, B., Fath, B.D., Assessing the Cumulative Environmental Impact of Hydropower Construction on River Systems Based on Energy Network Model, *Renew Sustain Energy Rev*, 42, 2015, pp. 78-92.

Cheng-kang, G., Hong-ming, N., Kai-hui, S., Noel, D., Fan, T., Qing-jiang, X., et al., Environmental Impact Analysis of Power Generation From Biomass and Wind Farms in Different Locations, *Renew Sustain Energy Rev*, 102, 2019, pp. 307-317.

Dai, K., Bergot, A., Liang, C., Xiang, W. N., Huang, Z., Environmental Issues Associated with Wind Energy – A Review, *Renew Energy*, 75, 2015, pp. 911-921.

Environmental Protection Agency, Geothermal Energy production wastes. Radiation protection. <http://www.epa.gov/radiation/tenorm/geothermal.html>, August 30, 2012 (Erişim tarihi: 09.02.2023)

European Agency for Safety and Health at Work. (2013a). E-fact 68: OSH and small-scale solar energy applications. <https://osha.europa.eu/en/publications/e-fact-68-osh-and-small-scale-solar-energy-applications> (Erişim Tarihi: 01.03.2023)

European Agency for Safety and Health at Work. Occupational safety and health in the wind energy sector. European Risk Observatory Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2013b.

European Agency for Safety and Health at Work. (2022). Workers' safety and health in green jobs. [https://osha-europa-eu.translate.google.com/tr/emerging-risks/green-jobs?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=tr&\\_x\\_tr\\_hl=tr&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://osha-europa-eu.translate.google.com/tr/emerging-risks/green-jobs?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=tr&_x_tr_hl=tr&_x_tr_pto=sc) (Erişim Tarihi: 01.03.2023)

Hanbury, O., Vasquez, V., Life Cycle Analysis of Geothermal Energy for Power and Transportation: A Stochastic Approach, *Renew Energy*, 115, 2018, pp. 371-381.

Health and Safety Executive. (2015). Farm worker's death leads to prosecution over exposure to toxic gases. <http://press.hse.gov.uk/2015/farm-workers-death-leads-to-prosecution...1> (Erişim Tarihi: 21.03.2023)

Henderson, P., Ecological Effects of Electricity Generation, Storage and Use, CABI, 2018.

Hernandez, R. R., Easter, S., Murphy-Mariscal, M. L., Maestre, F. T., Tavassoli, M., Allen, E. B., et al., Environmental Impacts of Utility-Scale Solar Energy, *Renew Sustain Energy Rev*, 29, 2014, pp. 766-779.

Holm, A., Jennejohn, D., Blodgett, L., Geothermal Energy and Greenhouse Gas Emissions, November 2012.

Hussain, A., Sarangi, G. K., Pandit, A., Ishaq, S., Mamnun, N., Ahmad, B., et al., Hydropower Development in the Hindu Kush Himalayan Region: Issues, Policies and Opportunities, *Renew Sustain Energy Rev*, 1364-0321, 107, 2019, pp. 446-461.

International Energy Agency, Secure Energy Transitions in the Power Sector, Electricity Security 2021, 2021.

International Labor Organization, Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World (report overview), 24 September 2008.

International Labour Organization. (2012) Promoting Safety and Health in a Green Economy. [http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_175600.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_175600.pdf) (Erişim Tarihi: 01.03.2023)

Işık, E., Özoran, Y., Çan, G., The Psychosocial Effects of Noise Level in Hydroelectric Power Plants on Employees, Iran J Public Health, 51, 12, 2022, pp. 2697-2705.

Jones, A., Angileri, V., Bampa, F., Bertaglia, F., Ceylar, A., Espinosa, M., et al., CAPRESE-SOIL: Carbon Preservation and Sequestration in Agricultural Soils, Options and Implications for Agriculture Production, Final Report; EUR 26516; doi:10.2788/77068.

Jumpponen, M., Rönkkömäki, H., Pasanen, P., Laitinen, J., Occupational Exposure to Solid Chemical Agents in Biomass-Fired Power Plants and Associated Health Effects, Chemosphere, 104, 2014, pp. 25-31, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.10.025>.

Kelly-Richards, S., Silber-Coats, N., Crootof, A., Tecklin, D., Bauer, C., Governing the Transition to Renewable Energy: A Review of Impacts and Policy Issues in the Small Hydropower Boom Energy Policy, 101, 2017, pp. 251-264.

Lintott, P. R., Richardson, S. M., Hosken, D. J., Fensome, S. A., Mathews, F., Ecological Impact Assessments Fail to Reduce Risk of Bat Casualties at Wind Farms, Curr Biol 26, 21, R1135–R1136, 2016.

Morales-Simfors, N., Bundschuh, J., Arsenic-rich Geothermal Fluids as Environmentally Hazardous Materials – A Global Assessment, Science of The Total Environment 817, 4, 152669, 2021, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152669.

Nazir, M. S., Wang, Y., Mahdi, A. J., Sun, X., Zhang, C., Abdalla, A. N., Improving the Performance of Doubly Fed Induction Generator Using Fault Tolerant Control - A Hierarchical Approach, Appl Sci, 10, 3, 2020a, pp. 924.

Nazir, M. S., Ali, N., Bilal, M., Iqbal, H. M., Potential Environmental Impacts of Wind Energy Development—A Global Perspective, Current Opinion in Environmental Science & Health, 2020b.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Towards Green Growth: A Summary for Policy Makers, Paris, 2011.

Olivier, J. G. J., Peters, J. A. H. W., Trends in Global CO<sub>2</sub> and Total Greenhouse Gas Emissions: 2020 Report, PBL, The Hague, 2020.

Özsoy, C., Yeşil İşler ve İstihdam Olanakları Üzerine Bir Tartışma, Aksaray Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8, 1, 2016, pp. 51-60.

PCC. (2022). Yeşil enerji ve bu konuda bilmeniz gereken her şey. <https://www.products.pcc.eu/tr/blog/yesil-enerji-ve-bu-konuda-bilmeniz-gereken-her-sey/> (Erişim tarihi: 12.03.2023)

Pearse-Smith, S. W. D., The Impact of Continued Mekong Basin Hydropower Development on Local Livelihoods, Consilience, 7, 2012, pp. 73-86.

Sameeksha. (2018). Occupational health and safety in renewable energy sector. <https://rsmgcblog.wordpress.com/2018/08/22/occupational-health-and-safety-in-renewable-energy-sector/> (Erişim tarihi: 12.03.2023)



- Sampaio, P. G. V., González, M. O. A., Photovoltaic Solar Energy: Conceptual Framework Renew Sustain Energy Rev, 74, 2017, pp. 590-601.
- Sen, A., Mohankar, A. S., Khamaj, A., Karmakar, S., Emerging OSH Issues in Installation and Maintenance of Floating Solar Photovoltaic Projects and Their Link with Sustainable Development Goals. Risk Management and Healthcare Policy, 14, 2021, 1939–1957. doi: 10.2147/RMHP.S304732.
- Shortall, R., Davidsdottir, B., Axelsson, G., Geothermal Energy for Sustainable Development: A Review of Sustainability Impacts and Assessment Frameworks, Renew Sustain Energy Rev, 44, 2015, pp. 391-406.
- Sovacool, B.K., Kryman, M., Laine, E., Profiling Technological Failure and Disaster in the Energy Sector: A Comparative Analysis of Historical Energy Accidents. Energy, 2015, 90, doi: 10.1016/j.energy.2015.07.043.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara, 2021.
- Taylor, D., Occupational Health: On the Job With Solar PV, Environ Health Perspect, 118, 1, A19, 2010, DOI:10.1289/ ehp.118-a19.
- Tyagi, V.V., Rahim, N. A. A., Rahim, N. A., Jeyraj, A., Selvaraj, L., Progress in Solar PV Technology: Research and Achievement Renew Sustain Energy Rev, 20, 2013, pp. 443-461.
- Uddin, M.S., Kumar, S., Energy, Emissions and Environmental Impact Analysis of Wind Turbine Using Life Cycle Assessment Technique, J. Cleaner Prod., 69, 2014, pp. 153-164.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2016). Climate change indicators in the United States, Fourth edition. EPA 430-R-16-004. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-08/documents/climate\\_indicators\\_2016.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-08/documents/climate_indicators_2016.pdf) (Erişim tarihi: 10.03.2023)
- United Nations Development Programme (UNDP). Green Jobs:Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World, Publishing Services Section United Nations Office, Nairobi, 2008.
- United Nations Climate Change (UNFCCC). (2020). An E-waste from toxic to green India. [https:// unfccc.int/climate-action/momentum-for-change/light house-activities/e-waste-from-toxic-to-green](https://unfccc.int/climate-action/momentum-for-change/light-house-activities/e-waste-from-toxic-to-green) (Erişim tarihi: 01.03.2023)
- Valenti, A., Buresti, G., Rondinone, B. M., Persechino, B., Boccuni, F., et al., Stakeholders' Perception of the Possible Implications of Green Jobs for Health and Safety at Work in Italy, Ind. Health 53, 2015, 332-339.
- Valenti, A., Gagliardi, D., Fortuna, G., Iavicoli, S., Towards a Greener Labour Market: Occupational Health and Safety Implications, Ann. Ist. Super. Sanità,, 52, 2016, pp. 415-423.
- Yılmaz, E., Kaptan, M. A., *Environmental Impact of Geothermal Power Plants in Aydın, Turkey* E3S Web of Conferences, 19, EDP Sciences, p. 02028, 2017.
- Zhou, L., Tian, Y., Roy, S. B., Thorncroft, C., Bosart, L. F., Hu, Y., Impacts of Wind Farms on Land Surface Temperature, Nature Clim Change, 2, 7, 2012, pp. 539-543.

## VARDİYALI ÇALIŞAN HEMŞİRELERDE İŞTE MUTLULUĞUN YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi, BİRSEL MOLU<sup>1</sup>, Dr. Öğr. Üyesi, PINAR TUNÇ TUNA<sup>2</sup>,

Dr. Öğr. Üyesi, ALEV YILDIRIM KESKİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi Akşehir Kadir Yallagöz Sağlık Yüksekokulu, 0000-0001-5144-286X

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Akşehir Kadir Yallagöz Sağlık Yüksekokulu, -0000-0002-6566-0937

<sup>3</sup> Selçuk Üniversitesi Akşehir Kadir Yallagöz Sağlık Yüksekokulu, 0000-0003-0981-5364

### ÖZET

**Giriş:** Mutluluk insan sağlığı için önemli bir duygudur.

**Amaç:** Bu çalışma vardiyalı çalışan hemşirelerde işte mutluluğun yaşam kalitesi üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

**Yöntem:** Bu tanımlayıcı çalışma 10 Ocak-14 Şubat 2023 tarihleri arasında Türkiye’de bir üniversite hastanesinde vardiyalı olarak çalışan, çalışmanın yapıldığı tarihte izinli olmayan, araştırma sınırlılıklarına uyan ve araştırmaya katılmayı kabul eden 140 hemşire ile yapıldı. Veriler, “Tanıtıcı Bilgi Formu”, “İşte Mutluluk Ölçeği” ve “SF-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği” ile online bir anket formu şeklinde toplandı. Analizler için; Spearman’s Korelasyon testi kullanıldı.

**Bulgular:** Çalışmaya katılan hemşirelerin yaş ortalamalarının 30,72 olduğu, %69,3’ünün kadın, %62,1’inin gelirinin giderine eşit olduğu, %55’inin bekar olduğu saptandı. Hemşirelerin, fiziksel bileşenler skoru puan ortalamasının  $37,22 \pm 12,85$  olduğu ve mental bileşenler skoru puan ortalamasının  $48,98 \pm 22,78$  olduğu belirlendi. Hemşirelerin işte mutluluk alt boyutlarından içsel motivasyon ve SF-12 fiziksel bileşenler arasında orta seviyede, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulundu ( $r(138)=.310, p<0.01$ ).

**Sonuç:** Çalışmada hemşirelerin işte mutluluk düzeyindeki artışın yaşam kalitesi ile ilişkili olduğu bulundu. Hemşirelerin içsel motivasyonlarının artırılması ile fiziksel yaşam kalitelerinin arttığı bulundu. Buna yönelik hemşirelerin işteki performanslarını arttırabilmek için iş içi mutlu olabilmelerini sağlayan ortamlar oluşturulabilir, iş dışı boş zaman aktivite programlarına yönlendirilebilirler.

**Anahtar Kelimeler:** Hemşire, İş, Mutluluk, Vardiya, Yaşam kalitesi

## THE IMPACT OF HAPPINESS AT WORK ON THE QUALITY OF LIFE OF SHIFT NURSES

### ABSTRACT

**Background:** Happiness is an important emotion for human health.

**Aim:** The aim of this study was to investigate the effect of happiness at work on the quality of life of nurses working in a shift system.

**Method:** This descriptive study was conducted on 140 nurses working in shifts at a university hospital in Turkey between 10 January and 14 February 2023, who were not on vacation at the time of the study, who met the limitations of the study, and who agreed to participate in the study. The data were collected through an online questionnaire with the "Introductory Information Form", "Happiness at Work Scale" and "SF-12 Quality of Life Scale". For analysis, Spearman's correlation test was used.

**Results:** It was found that the mean age of the nurses participating in the study was 30.72 years, 69.3% of them were women, 62.1% of them were equal to their income and 55% of them were single. It was found that the nurses' mean physical component score was  $37.22 \pm 12.85$  and the mean mental component score was  $48.98 \pm 22.78$ . A moderate, positive and significant relationship was found between the sub-dimensions of nurses' happiness at work, intrinsic motivation and physical components of SF-12 ( $r(138) = .310, p < 0.01$ ).

**Conclusion:** The study found that increasing the level of nurses' happiness at work was associated with quality of life. It was found that increasing nurses' intrinsic motivation increased their physical quality of life. To this end, environments can be created that enable nurses to be happy at work to increase their performance at work, and they can be directed to non-work leisure activities.

**Keywords:** Nurse, Work, Happiness, Shift, Quality of Life

### Giriş

Mutluluk insan sağlığı için önemli bir duygudur. Mutluluk insan yaşamının her döneminde var olsa da mutluluk ile ilgili çalışmalar son zamanlarda literatürde yerini bulmaktadır (Osam, Shuck, & Immekus, 2020). Mutluluk her meslek için büyük önem taşısa da bazı meslekler için yeri ayrıdır. Özellikle hemşirelik gibi insan odaklı ve nöbetli çalışan meslekler için mutlu olunması bakımı etkileyebilmektedir. Çünkü hemşireler hastalar ile uzun vakit geçirmekte ve her durumlarında yanında bulunabilmektedir. Bununla birlikte hemşirelerin özgecil, kendine güvenen, özverili, yaratıcı, kibar ve enerjik olmasını gerektiren bu koşullarda bu davranışları sergilemeleri beklenmektedir. Tüm bu özellikler mutluluk ile bağlantılıdır (Kshetrimayum, Bennadi, & Siluvai, 2019).

Hemşireler, hastaları ile iletişimde bulunmaları, empati yapmaları ve vardiyalı çalışmalarını nedeniyle stres altında olup merhamet yorgunluğu yaşayabilirler. Hemşirelerin yaşamış oldukları mesleki stres, onlarda uyku bozukluğu ve mesleki tükenmişliğe yol açabilir. Hemşirelerin sorumlu oldukları hastalara bütüncül bakım verme sorumlulukları, yoğun çalışma zamanları, kaynak ve ekipman sınırlılıkları gibi nedenlerle hemşirelerin mesleki iş yüklerine bağlı olumsuz duygular oluşabilir buna bağlı olarak da mutlulukları ve bakım kaliteleri olumsuz etkilenebilir (Kim & Kwon, 2020).

Hemşirelerin yaşam kalitesinin yüksek olması hem kendi mutluluklarını hem de bakım verdikleri hastaların bakım kalitesini etkileyebilir. Hemşirelerin iş yaşamı kalitesi, hasta bakımını, memnuniyeti ve iş doyumunu artırırken hemşirelerin verimliliği ve mutluluğunu da artırabilir (Jun & Jo, 2016). Bu bakımdan vardiyalı çalışan hemşirelerin yaşam kalitesi ve iş doyumunun artırılması önem taşımaktadır. Bu tanımlayıcı çalışma, vardiyalı çalışan hemşirelerde İş'te mutluluğun yaşam kalitesi ve iş doyumunu üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

## Araştırma Soruları

1. Hemşirelerin mutluluk düzeyleri yaşam kalitelerini etkilemekte midir?

## Materyal ve Metot

### Evren ve Örneklem

Çalışma 2023 yılında Türkiye’de bir üniversite hastanesinde vardiyalı olarak çalışan hemşirelerde yapıldı. Araştırmanın evrenini üniversite hastanesinde vardiyalı hemşire olarak çalışan (n=900) hemşire oluşturdu. Çalışmanın örneklemini 10 Ocak- 14 Şubat 2023 tarihleri arasında izinli olmayan, araştırma sınırlılıklarına uyan ve araştırmaya katılmayı kabul eden 140 hemşire oluşturdu. Araştırmaya dahil edilme kriterleri; 18 yaş ve üzerinde olmak, çalışmaya katılmaya gönüllü olmak, en az iki ardışık gece vardiyası dahil olmak üzere 8 saatlik dönüşümlü vardiyalarda bir yıl veya daha uzun süre çalışıyor ve online katılım olmasıdır. Araştırmadan çıkarılma kriterleri arasında formları eksik dolduran hemşireler yer almaktadır.

## Veri Toplama

Veriler, araştırmacılar tarafından literatür doğrultusunda hazırlanan “Tanıtıcı Bilgi Formu”, “İşte Mutluluk Ölçeği” ve “SF-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği” ile online bir anket formu şeklinde toplanmıştır.

*Tanıtıcı bilgi formu*; sosyodemografik özellikleri içeren çoktan seçmeli 13 sorudan oluşmuştur (Osam et al., 2020).

*İş'te Mutluluk Ölçeği*; Singh ve Aggarwal (2018) tarafından geliştirilmiş 12 maddelik bir ölçüm aracıdır (Singh & Aggarwal, 2018). Bu ölçüm aracı dört alt boyuttan (İçsel Motivasyon (İM), İşten Soğutan Duygular (İSD), Destekleyici Örgütsel Deneyimler (DÖD) ve Destekleyici Olmayan Örgütsel Deneyimler (DOÖD) oluşmaktadır. Ölçek 7’li Likert tipi bir ölçeği içermektedir. Türkçe geçerlik ve güvenilirliği Özdemir (2020) ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (Sever, Özdemir, & Acar, 2020). Çalışmamızın Cronbach alfa değeri .71 ‘dir.

*SF-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği*; Gandek ve arkadaşlarının 1998 yılında geliştirmiş oldukları bir ölçektir (Gandek et al., 1998). SF-36 ile benzer olarak SF-12, 12 maddeden oluşmaktadır. Yüksek puan genel sağlık durumundaki iyilik halini, azalan puan ise kısıtlılığı belirtmektedir. SF-12 Yaşam kalitesi ölçeğine göre hem SF-12 fiziksel bileşenler skoru hem de SF-12 mental bileşenler skoru puanı 0 ile 100 arasında değişmekte olup, yüksek puan daha iyi sağlığı temsil etmektedir. Türkçe çevirisi, geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Soylu ve Kütük tarafından 2020 yılında yapılmıştır (Soylu & Kütük, 2021). Çalışmamızın Cronbach alfa değeri .89 ‘dur.

## Verilerin Toplanması

Veriler, hemşirelere anket uygulaması google form üzerinden oluşturulan link aracılığıyla uygulanmıştır. Veri toplama formuna konulan çalışma amacını ve bilgilerini açıklayan bilgilendirilmiş onam metni ve çalışmaya katılımlarını bildirir bir onam kutusu ile katılımcı hemşirelerden onam alınmıştır. Anketler hemşire online grupları aracılığıyla toplanmıştır.

## Araştırmanın Etik Yönü

Araştırmanın uygulanabilmesi ve verilerin toplanabilmesi için çalışmanın yapıldığı üniversite hastanesi kurum izni (09.01.2023-E.437859) ve Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurul’undan (21.12.2022-E.424744) çalışma izinleri alınmıştır. Veri toplamada kullanılan ölçek izinleri de yetkili kişilerden alınmıştır. Katılımcı hemşirelerden de online onamları alınmıştır. Bu araştırma, Helsinki Deklerasyonu İyi Klinik Uygulama Prensipleri dikkate alınarak yapılmıştır.

## Verilerin Analizi

Veri toplama formundan elde edilen veriler SPSS 22 programında değerlendirilmiştir. Açıklayıcı veriler sayı (n), ortalama ve yüzde (%) ile sunulmuştur. Analizler için; Spearman's Korelasyon testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık değeri olarak  $p < 0.05$  kabul edilmiştir.

### Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, araştırmanın yapıldığı tarihlerde hastanede çalışan ve online çalışmaya katılmaya gönüllü olan hemşirelerle sınırlıdır.

### Bulgular

Çalışmaya katılan hemşirelerin yaş ortalamalarının 30,72 olduğu, %69,3'ünün kadın, %62,1'inin gelirin giderine eşit olduğu, %55'inin bekar olduğu saptanmıştır. Katılımcıların %65,7'sinin çocuk sahibi olmadığı, %76,4'ünün kronik hastalığı bulunmadığı, %71,4'ünün ise gündüz ve nöbet usulü çalıştığı belirlenmiştir (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Vardiyalı Çalışan Hemşirelerin Özellikleri

	Min-Max (Median)	Ort±SD
<b>Yaş</b>	22-46(30)	30,72±5,58
		<b>n (%)</b>
<b>Cinsiyet</b>		
Kadın		97 (69,3)
Erkek		43 (30,7)
<b>Gelir düzeyi</b>		
Gelir giderden az		31(22,1)
Gelir gidere eşit		87(62,1)
Gelir giderden fazla		22(15,8)
<b>Medeni durum</b>		
Evli		63(45,0)
Bekar		77(55,0)
<b>Eğitim durumu</b>		
Sağlık Meslek Lisesi		7(5,0)
Ön lisans		27(19,3)
Lisans		101 (72,1)
Lisans üstü		5(3,6)
<b>Aile tipi</b>		
Çekirdek aile		127(90,7)
Geniş aile		9(6,4)
Parçalanmış aile		4(2,9)
<b>İş yerine ulaşım</b>		
Kendi aracı		63(45,0)
Otobüs		77(55,0)
<b>Çocuk sahipliği durumu</b>		
Çocuğum yok		92(65,7)
Bir çocuğum var		25(17,9)
İki çocuğum var		21(15,0)
Üç ve üzeri çocuğum var		2(1,4)
<b>Kronik hastalık durumu</b>		
Evet		33(23,6)
Hayır		107(76,4)
<b>Aynı işyerinde çalışma yılı</b>		
1-5 yıl		79 (56,4)
6-10 yıl		38(27,2)
11 yıl ve üzeri		23(16,4)
<b>Haftalık çalışma süresi</b>		
40 saat ve altı		33(23,6)
41 saat ve üzeri		107(76,4)
<b>Çalışma biçimi</b>		
Sürekli nöbet		40 (28,6)
Gündüz+nöbet usulü		100(71,4)

Çizelge 2.'de katılımcıların İşte Mutluluk Ölçeği ve SF-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği Alt Boyutlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Katılımcıların Mutluluk düzeyleri 7 maksimum değer olarak alındığında her bir alt boyut için yüksek olarak gözlemlenebilecek bir ortalamaya sahiptir (İM, İSD, DÖD, DOÖD). Hemşirelerin, fiziksel bileşenler skoru puan ortalamasının  $37,22 \pm 12,85$  olduğu ve mental bileşenler skoru puan ortalamasının  $48,98 \pm 22,78$  olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 2. Katılımcıların İşte Mutluluk Ölçeği ve SF-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği Alt Boyutları Puanları**

İşte Mutluluk Ölçeği Alt Boyutları	Ort.±Ss
İM	10,86±4,67
İSD	10,29±3,98
DÖD	7,56±1,74
DOÖD	10,63±3,86
<b>SF-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği Alt Boyutları</b>	
Short Form-12 Fiziksel Bileşenler Özet Skor	37,22±12,85
Short Form-12 Mental Bileşenler Özet Skor	48,98±22,78

Katılımcıların SF-12 Ölçeği Fiziksel Bileşenler ve SF-12 Mental Bileşenler Skoru Puanları ile İşte Mutluluk Ölçeği Alt Boyutları arasındaki ilişki Spearman Korelasyonu ile ölçülmüştür. Bu değişkenler arasında içsel motivasyon ve SF-12 fiziksel bileşenler arasında orta seviyede, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $r(138)=.310, p<0.01$ ).

**Çizelge 3. SF-12 Fiziksel bileşenler özet skoru ve SF-12 Mental bileşenler özet skoru ile İşte Mutluluk ölçeği puan ortalamaları arasındaki ilişki (n=140)**

İşte Mutluluk Ölçeği Alt Boyutları		Short Form-12 Fiziksel Bileşenler Özet Skor	Short Form-12 Mental Bileşenler Özet Skor
İM	r	.310**	-.019
	p	<0.01	.823
İSD	r	.038	.026
	p	.655	.758
DÖD	r	-.709**	.086
	p	<0.01	.314
DOÖD	r	-0.29	.098
	p	.733	.251
<b>Spearman Korelasyon</b>			
<b>*p=0.05, **p&lt;0.01</b>			

## Tartışma

Bu çalışma, bir grup vardiyalı çalışan hemşireler arasında işte mutluluğu ve yaşam kalitesini değerlendirmeyi amaçladı. Çalışmada hemşirelerin işte mutluluk ortalaması alt boyutları ( $7,56 \pm 1,74$ ,  $10,29 \pm 3,98$ ,  $10,63 \pm 3,86$ ,  $10,86 \pm 4,67$ ) olup, hemşireler arasında yüksek düzeyde bir mutluluk olduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde Jun ve Jo, Güney Kore'deki hemşirelik öğrencileri arasında ortalama mutluluk puanı  $4.2 \pm 0.6$  (1-6 ölçeğinde) olan orta düzeyde bir mutluluk bildirmiştir (Jun & Jo, 2016). Yapılan benzer çalışmalarda da hemşireler arasındaki mutluluk düzeyi orta düzeydeydi (Chang, Han, & Cho, 2020; Ju, Kwon, & Nam, 2015). İşyerinde mutluluk düzeylerinin farklı olması, çalışmaların farklı bölgelerdeki hemşirelerle yapılması ve farklı işyeri koşullarının olmasına bağlı değişebileceğini düşündürmektedir.

Çalışmada hemşirelerin, yaşam kalitesi ölçeğinde yer alan fiziksel bileşenler skoru puan ortalamasının  $37,22 \pm 12,85$  olduğu ve mental bileşenler skoru puan ortalamasının  $48,98 \pm 22,78$  olduğu belirlenmiştir. SF-12 Yaşam kalitesi ölçeğine göre hem SF-12 fiziksel bileşenler skoru hem de SF-12 mental bileşenler skoru puanı 0 ile 100 arasında değişmekte olup, yüksek puan daha iyi sağlığı temsil etmektedir. Sağlık çalışanları üzerine yapılan benzer bir çalışmada genel olarak yaşam kalitesi skorlarının orta düzeyde bulunduğu görülmektedir (Yıldırım &

Hacıhasanoğlu, 2011). Hemşireler üzerinde yapılan başka bir çalışmada ise hemşirelerin yaşam kalitesi skorunun orta düzeyde olmakla birlikte; fiziksel sağlık algılarının (56,57±9,22) ruhsal sağlık algılarından (53,70±14,29) daha yüksek bulunmuştur (Akbolat, Turgut, & Gamze, 2015). Bu çalışmada ise literatürden farklı olarak mental bileşenler skorunun fiziksel bileşenler skorundan daha yüksek puan olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmamızda hemşirelerin yaşam kalitelerinin orta düzeye yakın olduğu görülmektedir. Hemşirelerin ağır şartlar altında çalışması yaşam kalitelerini azalttığını düşündürmektedir.

Hemşirelerin işte mutluluk ölçeği alt boyutundan İM alt boyutu ile SF-12 fiziksel bileşenler arasında orta seviyede, pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ( $r(138)=.310, p<0.01$ ). Fiziksel yaşam kalitesi arttıkça, işte mutluluğun alt boyutu içsel motivasyonda artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yaşam kalitesi, "bireylerin içinde yaşadıkları kültür ve değerler sistemi bağlamında ve amaçları, beklentileri, standartları ve kaygıları ile ilişkili olarak yaşamdaki konularını algılamalarıdır" şeklinde tanımlanır. Bu tanım içerisinde dört madde; fiziksel, zihinsel, sosyal ve ruhsal boyut yer almaktadır (Organization, 1998). Hemşirelerin yaşam kalitesinin mutlulukları üzerindeki etkisine dair yapılan bir çalışmada hayatlarından memnun olan hemşirelerin daha yüksek düzeyde iş becerikliliği sergileme olasılıkları önemli ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır (Chang et al., 2020). Ayrıca yapılan benzer çalışmalarda da yaşam kalitesi ile mutluluk arasında anlamlı bir pozitif ilişki olduğunu ortaya koyulmuştur (Nave Leal, Pais-Ribeiro, & Martins-Oliveira, 2012; Susniene & Jurkauskas, 2009). Benzer şekilde daha önceki bir çalışma, fiziksel ve ruhsal sağlığın hemşirelerin yaşam kalitesi üzerinde büyük etkileri olduğunu ve sağlıkla ilgili eğitimlerin onların mutluluğunu artırabileceğini ortaya koymuştur (Serinkan & Kaymakçı, 2013). Çalışma bulguları yaşam kalitesinin mutluluğun bir başka değerlendiricisi olduğunu da ortaya koymaktadır. Bu açıdan literatürle benzerlik göstermektedir.

## Sonuç

Çalışmada hemşirelerin işte mutluluk düzeyindeki artışın yaşam kalitesi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Hemşirelerin içsel motivasyonlarının artırılması ile fiziksel yaşam kalitelerinin arttığı bulunmuştur. Buna yönelik hemşirelerin işteki performanslarını arttırabilmek için iş içi mutlu olabilmelerini sağlayan ortamlar oluşturulabilir, iş dışı boş zaman aktivite programlarına yönlendirilebilirler. Gelecekteki çalışmalar, temsili bulguların elde edilebilmesi için birden fazla bölgeden daha büyük örneklem boyutlarını içermelidir. Ayrıca, ileri araştırmalar hemşirelerin mutluluğunu ve yaşam kalitesini geliştirmek için kanıta dayalı yaklaşımlar önermelidir.

## KAYNAKLAR

- Akbolat, M., Turgut, M., & Gamze, Ö. (2015). Hemşirelerin Yaşam Kalitesi Algılarının Motivasyonlarına Etkisi: Bir Kamu Hastanesi Örneği. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 65-82.
- Chang, S., Han, K., & Cho, Y. (2020). Association of happiness and nursing work environments with job crafting among hospital nurses in South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 4042.
- Gandek, B., Ware, J. E., Aaronson, N. K., Apolone, G., Bjorner, J. B., Brazier, J. E., . . . Prieto, L. (1998). Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: results from the IQOLA Project. *Journal of clinical epidemiology*, 51(11), 1171-1178.
- Ju, E. J., Kwon, Y. C., & Nam, M. H. (2015). Influence of clinical nurses' work environment and emotional labor on happiness index. *Journal of Korean academy of nursing administration*, 21(2), 212-222.
- Jun, W., & Jo, M. (2016). Factor affecting happiness among nursing students in South Korea. *Journal of psychiatric and mental health nursing*, 23(6-7), 419-426.
- Kim, S.-Y., & Kwon, Y.-E. (2020). Effect of happiness and empowerment on nursing performance of clinical nurses. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(1), 112-120.
- Kshetrimayum, N., Bennadi, D., & Siluvai, S. (2019). Stress among staff nurses: A hospital-based study. *Journal of Nature and Science of Medicine*, 2(2), 95.
- Nave Leal, E., Pais-Ribeiro, J. L., & Martins-Oliveira, M. J. (2012). Happiness, hope, and affection as predictors of quality of life and functionality of individuals with heart failure at three-month follow-up. *Psychology Research*, 27, 532-539.

Organization, W. H. (1998). *WHOQOL and spirituality, religiousness and personal beliefs (SRPB)*. Retrieved from

Osam, K., Shuck, B., & Immekus, J. (2020). Happiness and healthiness: A replication study. *Human Resource Development Quarterly*, 31(1), 75-89.

Serinkan, C., & Kaymakçı, K. (2013). Defining the quality of life levels of the nurses: a study in Pamukkale University. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 89, 580-584.

Sever, M., Özdemir, S., & Acar, O. K. (2020). İşte Mutluluk Ölçeğinin Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışması. *Journal of Management and Economics Research*, 18(2), 1-10.

Singh, S., & Aggarwal, Y. (2018). Happiness at work scale: Construction and psychometric validation of a measure using mixed method approach. *Journal of Happiness Studies*, 19, 1439-1463.

Soylu, C., & Kütük, B. (2021). SF-12 Yaşam Kalitesi Ölçeği'nin Türkçe formunun güvenilirlik ve geçerlik çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*.

Susniene, D., & Jurkauskas, A. (2009). The concepts of quality of life and happiness–correlation and differences. *Engineering Economics*, 63(3).

Yıldırım, A., & Hacıhasanoğlu, R. (2011). Sağlık çalışanlarında yaşam kalitesi ve etkileyen değişkenler.



## TÜRKİYE’DE AFETLERE YÖNELİK KULLANILAN ÖZ BİLDİRİME DAYALI ÖLÇÜM ARAÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: LİTERATÜR DERLEMESİ

**Fatma Zehra GENÇ<sup>1</sup>, Suzan YILDIZ<sup>2</sup>, Naile BİLGİLİ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Öğr. Gör. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı  
Hemşireliği, , <https://orcid.org/0000-0003-1861-8864>

<sup>2</sup>Öğr. Gör., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Reşadiye Meslek Yüksekokulu,  
<https://orcid.org/0000-0001-6833-5710>

<sup>3</sup>Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği,  
<https://orcid.org/0000-0002-7639-0303>

### Özet

Çalışmada afetlere yönelik Türkiye’de kullanılan öz-bildirim ölçüm araçlarının sistematik analizini yaparak mevcut durumun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 1-10 Ocak 2023 tarihleri arasında Yükseköğretim Kurulu'nun Ulusal Tez Merkezi veri tabanı, TOAD (Türkiye Ölçme Araçları Dizini), YÖKAKADEMİK Yükseköğretim Akademik, Google Akademik arama motorları kullanılmıştır. Taramada "afet", "uyarlama", "Türkçe", "geçerlik ve güvenilirlik", "metodolojik araştırma" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Bu çalışmada, verilerin çekilmesi için araştırmacılar tarafından oluşturulan bir veri çekme aracı kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi için anlatı sentezi yöntemi kullanılmıştır. Sistematik olarak taranan veri tabanları ve arama motorları sonucunda afetlere yönelik toplamda 22 öz bildirime dayalı ölçüm aracı olduğu belirlenmiştir. Ölçüm araçlarının çalışıldığı grup ortaokul öğrencileri, üniversite öğrencileri, hemşireler, Ulusal Medikal Kurtarma Ekibi (UMKE) çalışanları ve acil sağlık hizmetleri personeldir. Ölçüm araçlarının konu odağı genellikle afete hazırlık algısı, afet bilinci algısı, genel afete hazırlık inanç düzeyleri, afet farkındalığı, afet okuryazarlığı, afete müdahale öz yeterlilik, afet risk algısı, bireysel afet dirençliliği, afet bilinci ve afet kaygısı olmuştur. Ölçekler en az üçlü en fazla onlu likert tipindedir. Ölçeklerin madde sayıları 6-73 arasındadır. Ölçeklerin iç tutarlılıkları ise 0,67-0,96 arasındadır. Son yıllarda afetlere yönelik öz bildirime dayalı ölçüm araçlarında artış olduğu ve araçların Türk toplumunda geliştirildiği dikkat çekmektedir. Geçerlik güvenilirliği yapılan araçlar az olup literatür doğrultusunda araştırmacılar tarafından oluşturulan form Türk literatüründe oldukça fazladır. Bir diğer dikkat çekici nokta ise çok fazla disiplin afet konularını ele almakta ve bu yönde ölçüm araçları geliştirmektedir. Böyle formlar yerine ilgili farklı disiplinler bir araya gelerek ölçüm aracını geliştirmesi önerilebilir. Yaşlılara yönelik herhangi bir ölçüm aracına rastlanmamıştır. Tüm toplumu kapsayacak ölçüm araçlarına ihtiyaç olduğu görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Afet, öz bildirim, ölçüm aracı, geçerlik ve güvenilirlik

## EVALUATION OF SELF-REPORTING MEASUREMENT TOOLS USED FOR DISASTERS IN TURKEY: A LITERATURE REVIEW

### Abstract

In the study, it is aimed to evaluate the current situation by making a systematic analysis of the self-report measurement tools used in Turkey for disasters. Between 1-10 January 2023, the National Thesis Center database of the Council of Higher Education, TOAD (Turkey Measurement Tools Index), YOKAKADEMIK Higher Education Academic, Google Academic search engines were used. The keywords "disaster", "adaptation", "Turkish", "validity and reliability", "methodological research" were used in the search. In this study, a data extraction tool created by the researchers was used to extract the data. The narrative synthesis method was used to evaluate the data. As a result of systematically scanned databases and search engines, it has been determined that there are 22 self-report-based measurement tools for disasters. The group in which the measurement tools were studied are secondary school students, university students, nurses, National Medical Recovery Team (UMKE) employees and emergency health services personnel. The focus of the measurement tools was generally disaster preparedness perception, disaster awareness perception, general disaster preparedness belief levels, disaster awareness, disaster literacy, disaster response self-efficacy, disaster risk perception, individual disaster resilience, disaster awareness and disaster anxiety. Scales are likert type at least three and at most ten. The item numbers of the scales range from 6 to 73. The internal consistency of the scales is between 0.67-0.96. It is noteworthy that there has been an increase in the use of self-report measurement tools for disasters in recent years and that the tools have been developed in Turkish society. The tools with validity and reliability are few, and the form created by the researchers in line with the literature is quite high in the Turkish literature. Another remarkable point is that too many disciplines deal with disaster issues and develop measurement tools in this direction. Instead of such forms, it can be suggested that different disciplines come together to develop the measurement tool. No measurement tool was found for the elderly. It is seen that there is a need for measurement tools that will cover the whole society.

**Keywords:** Disaster, self report, measurement tools, validity and reliability

### 1. GİRİŞ

Afetler çoğu zaman yerel kapasiteyi aşan, ulusal veya uluslararası düzeyde yardım gerektiren büyük hasara yıkıma ve insanın acı çekmesine neden olan beklenmedik ve genellikle aniden meydana gelen durum ya da olay olarak tanımlamaktadır (Center for Research on the Epidemiology of Disasters, 2022). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) son on yılda 2,6 milyardan fazla insanın deprem, tsunami, toprak kayması, kasırga, sıcak hava dalgası, sel ve şiddetli soğuk hava gibi doğal olaylardan etkilendiğini rapor etmiştir (World Health Organization, 2022).

Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (CRED), 2022 yılının ilk yarısında 79 farklı ülkede 187 afet meydana geldiğini, bu afetlerde en az 6,347 ölüm gerçekleştiği, 50 milyon insanın etkilendiği ve toplam hasarın 40 milyar doları aştığını belirtmiştir. Bu süreçte Asya kıtası en çok etkilenen kıta olmaya devam etmiş ve bunu Amerika kıtası izlemiştir. Küresel olarak, seller en sık görülen ve en çok zarar veren afetler olup, hemen ardından fırtınalar gelmektedir (CRED, 2022). Türkiye de afetler açısından riskli ülkeler arasındadır ve depremlerde insan kaybı açısından dünyada üçüncü, etkilenen insan sayısı açısından sekizinci sırada yer almaktadır (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2022).

Dünyayı ve toplumları etkileyen afetlerin yönetiminde hazır oluşluk ve farkındalık önem taşımaktadır. Bu amaçla; bireylerin afetlere hazırlık ve farkındalık süreçlerini, bireylerin risk algısını, afet müdahale öz yeterliklerini, afet okuryazarlık durumlarını değerlendiren bazı ölçüm araçları geliştirilmiştir. Ülkelerin afet yönetimi çalışmalarına hizmet eden, bu kapsamda veri oluşturan bu ölçüm araçlarının tanınması ve değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışmada afetlere yönelik Türkiye’de kullanılan öz-bildirim ölçüm araçlarının sistematik analizini yaparak mevcut durumun değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

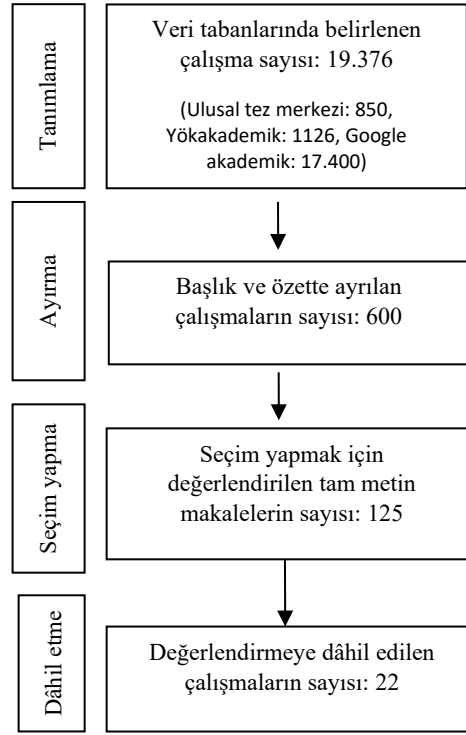
## 2. YÖNTEM

**Araştırma türü:** Bu araştırma literatür derlemesi niteliğinde olup 2009 yılında yayınlanan "Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)" yazım rehberi kullanılarak rapor edilmiştir (Moher vd., 2009).

**Tarama stratejisi:** 1-10 Ocak 2023 tarihleri arasında Yükseköğretim Kurulu'nun Ulusal Tez Merkezi veri tabanı, TOAD (Türkiye Ölçme Araçları Dizini), YÖKAKADEMİK Yükseköğretim Akademik, Google Akademik arama motorları kullanılmıştır. Taramada "afet", "disaster", "adaptation", "Turkish", "validity and reliability", "methodological research" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Derlemeye afeti konu alan TOAD’da 6 makale, Ulusal Tez Merkezi veri tabanında 850 tez, YÖKAKADEMİK’te 1126, Google Akademikte ise 17.400 makale saptanmıştır.

**Çalışmaların belirlenmesi ve seçimi:** Bu araştırmaya Türkçe veya İngilizce yayınlanmış Türkiye’de afetlere yönelik kullanılan ölçüm araçlarını ele alan metodolojik çalışmalar alınmıştır. Çalışmaların seçim sürecine ilişkin ayrıntılar Şekil 1’de sunulmuştur. Çalışmaların belirlenmesi ve seçimi iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak yapılmıştır. Elde edilen çalışmalarda görüş birliği sağlanmıştır. Anahtar kelimeler ile önce başlıklara göre daha sonra özet ve tam metne göre değerlendirme yapılmıştır.

**Araştırmanın etik boyutu:** Tüm arama motorlarından elde edilen veriler açık kaynak verileri olduğu için etik onay gerektirmemektedir.



Şekil 1. PRISMA Akış Şeması

#### Dâhil etme kriterleri:

Türk toplumunda geçerlik güvenilirliği yapılması  
Afetlere yönelik kullanılan öz-bildirim ölçüm aracı olması  
Çalışmaların erişime açık olması

#### Dışlama kriterleri:

Geçerlik ve güvenilirlik çalışılmayan makaleler  
Doğrudan afet türüne göre ölçüm aracının geliştirilmesi (COVID-19 korku ölçeği, kasırga risk algısı ölçeği gibi).

**Verilerin çekilmesi:** Bu çalışmada, verilerin çekilmesi için araştırmacılar tarafından oluşturulan bir veri çekme aracı kullanılmıştır. Veri çekme aracında Ölçüm aracının adı, yılı, geliştiren/uyarlayan yazarlar, ölçek bilgisi hakkındaki verilerin elde edilmesi sağlanmıştır.

**Verilerin değerlendirmesi:** Verilerin değerlendirilmesi için anlatı sentezi yöntemi kullanılmıştır. Bu derlemeye alınan çalışmalar afetin farklı özel konu alanlarını ele aldığı için bulgular öyküsel anlatım yöntemi ile sunulmuştur.

### 3. BULGULAR

Türkiye’de afetlere yönelik kullanılan ölçüm araçları Çizelge 1’de sunulmuştur. Sistematik olarak bağımsız iki araştırmacı tarafından taranan veri tabanları ve arama motorları sonucunda afetlere yönelik toplamda 22 öz bildirme dayalı ölçüm aracı olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu ölçüm araçlarının ikisi 2010, biri 2013, biri 2016, üçü 2018, ikisi 2019, beşi 2020, ikisi 2021,

altısı 2022 yılında yayınlanmıştır. Bu ölçüm araçlarının büyük çoğunluğu 18-65 yaş aralığındaki erişkinler ile yapılmıştır.

Ölçüm araçlarının çalışıldığı grup ortaokul öğrencileri, üniversite öğrencileri, öğretmen adayları, hemşireler, UMKE çalışanları ve acil sağlık hizmetlerinde çalışan personel olarak belirlenmiştir. Ölçüm araçlarının konu odağı ise afetlere hazır oluşlukta temel yeterlilikler, doğal afetlerle ilgili farkındalık düzeyinin belirlenmesi, afete hazırlık algısı, afet tıbbi bilgisi, afet bilinci algısı, afet ve acil durum hakkında bilgi, tutum ve davranış, genel afete hazırlık inanç düzeyleri, afet farkındalığı, afet okuryazarlığı, afet hazır bulunuşluğu, afete müdahale öz yeterlilik, afet risk algısı, bireysel afet dirençliliği, afet durumlarındaki kriz yönetim becerileri, afet yönetiminde toplumsal cinsiyet rolüne ilişkin algı, afet bilinci ve afet kaygısı olmuştur (Çizelge 1).

Ölçekler genellikle beşli likert tipindedir. En az üçlü en fazla onlu likert tipinde ölçek mevcuttur. Ölçekler madde sayısı açısından incelendiğinde en az 6 maddeli ölçek en fazla ise 73 maddeli ölçek mevcuttur. Ölçeklerin iç tutarlılıkları genellikle 0,70'in üzerinde olup bu değer altındaki ölçüm aracının Cronbach Alfa değeri 0,67'dir. En fazla iç tutarlılığa sahip olan aracın Cronbach Alfa değeri ise 0,96'dır (Çizelge 1).

#### Çizelge 1. Veri Çekme Aracı

Geliştiren/Uyarlayan Yazar ve Yılı	Ölçüm Aracının Adı	Ölçüm Aracı Bilgisi
Çelik, 2010	Hemşirelerin Afetlere Hazır Oluşluklarında Temel Yeterlilikler Ölçeği	Tez çalışması kapsamında hemşirelerin afetlere hazır oluşluklarında temel yeterliliği belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçekte, hemşirelerin afetlere hazır oluşlukları için gereken temel mesleki yeterlilikler; kritik düşünme becerileri, özel tanılama becerileri, genel tanılama becerileri, teknik beceriler ve iletişim becerileri yer almaktadır. Hemşire grubuna yönelik geliştirilen bu ölçek 21 maddeden oluşmaktadır. Likert ölçekte, beş alandaki beceriler bireysel olarak değerlendirilmektedir. Maddelere “Bunun öğretilmesi gerekiyor” 1 puan, “Bunu yardımla yapabilirim” 2 puan, “Yapabilirim” 3 puan, “Bunu kolaylıkla yapabilirim” 4 puan ve “Bunu yapabilirim ve başkalarına öğretim” 5 puan şeklinde cevaplar verebilmektedir. Ölçekten alınabilecek puan 42-225 aralığındadır. Ölçekten alınacak puanların yüksek olması afetlere karşı hazır oluşluklarında temel yeterlilik becerilerinin yüksek olduğu anlamını taşımaktadır. Ölçeğin

---

		toplam Cronbach Alfa değeri 0,96 olarak saptanmıştır.
Gerdan, 2010	Doğal Afetlerle İlgili Farkındalık Düzeyinin Belirlenmesine Yönelik Anket	Ölçüm aracı doğal afetlerle ilgili farkındalık düzeyini saptamaktadır. Üniversite öğrencilerine yönelik oluşturulan araç iki bölümden oluşmakta ve araçta ilk bölümde 19, ikinci bölümde 12 soru olmak üzere toplamda 31 soru yer almaktadır. İlk bölüm üçlü (evet, kısmen, hayır) ikinci bölüm üçlü (evet inanıyorum, kısmen inanıyorum, hayır inanmıyorum) likert tipindedir. Alınan puan arttıkça farkındalık düzeylerinin arttığı anlamını taşımaktadır. Bölüm bir için Cronbach Alfa değeri 0,82 ve ikinci bölüm için 0,67 olarak belirlenmiştir.
Özcan, 2013	Hemşirelerde Afete Hazırlık Algısı Ölçeği	Ölçek hemşirelerde afete hazırlık algısını ölçmektedir. Ölçekte toplam 20 madde bulunmaktadır. Ölçekte ters puanlanan madde olmayıp ölçek hazırlık evresi, müdahale evresi, afet sonrası evresi olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. Beşli likert tipinde olup maddelere 1-Kesinlikle katılmıyorum, 2-Katılmıyorum, 3-Kısmen katılıyorum, 4-Katılıyorum, 5-Kesinlikle katılıyorum) cevaplar verilmektedir. Ölçekten alınan puanlar yükseldikçe afete hazırlık algısı da arttığı anlamına gelmektedir. Ölçeğin genel Cronbach Alfa değeri 0,90 olarak bulunmuştur.
Güner, 2016	Afet Tıbbı Bilgi Anketi	Araç 112 acil sağlık hizmetleri istasyonlarında çalışan personellerin afet tıbbı bilgi düzeyini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Afet tıbbı bilgi düzeyini belirlemeye yönelik 25 sorudan oluşmaktadır. Araç bilgi anketi olup bireylere dört seçenek sunulmuş ve doğru seçenek puan getirmiştir. Afet tıbbı bilgi düzeyi anketi 25 soru olup her soru dört puan ve toplamda bölümden alınacak puan aralığı 0-100 arasında değişmektedir. Anketin kesme puanı 70 olarak belirlenmiştir. Belirlenen kesme puanına göre anketin ikinci bölümünden 70 puan ve üzeri alan katılımcıların afet tıbbı bilgi düzeyi yüksek; 69 ve altı alan katılımcıların afet tıbbı bilgi düzeyleri düşük kabul edilmiştir. Anketin

---

		Cronbach Alfa değeri 0,805 olarak bulunmuştur.
Dikmenli vd., 2018	Afet Bilinci Algı Ölçeği	Afet bilinci algısını saptamak amacıyla öğretmen adayları için ölçüm aracı geliştirilmiştir. Ölçek 36 madde ve 4 alt bölümden oluşmaktadır. Dokuz madde ters puanlanmaktadır. Bu bölümler “Afet Eğitimi Bilinç Algısı” (13 madde), “Afet Öncesi Bilinç Algısı” (8 madde) , “Afet Sonrası Bilinç Algısı” (7 madde) ve “Yanlış Afet Bilinci Algısından” (8 madde) oluşmaktadır. Ölçek beşli likert tipinde olup maddelere katılımcılar (1) “kesinlikle katılmıyorum”, (2) “katılmıyorum”, (3) “kararsızım”, (4) “katılıyorum” ve (5) “kesinlikle katılıyorum” şeklinde cevap vermektedir. Ölçekten yüksek puan alınması öğretmen adaylarının afet farkındalığının yüksek olduğuna işaret etmektedir. Ölçeğin genel Cronbach Alfa değeri 0,72 olarak bulunmuş olup alt boyutları 0,67-0,76 arasındadır.
Kiraz, 2018	Afet ve Acil Durum Hakkında Bilgi, Tutum ve Davranış Ölçeği	Bu ölçek afet ve acil durum hakkında bilgi, tutum ve davranışları ölçmeyi hedeflemektedir. Ölçeğe 18 yaş ve üzeri bireyler katılabilmektedir. Toplamda ölçek 38 sorudan ve üç alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçeğin alt boyutları “afet ve acil durumlara hazırlık bilgi, tutum ve davranış” boyutu olarak adlandırılmıştır. Bu öz bildirim aracı beşli likert tipinde olup katılımcılar maddelere (1) “kesinlikle katılmıyorum”, (2) “katılmıyorum”, (3) “kararsızım”, (4) “katılıyorum” ve (5) “kesinlikle katılıyorum” şeklinde cevap vermektedir. Ölçeğin iç tutarlık katsayısı ise 0,915’dir.
Inal vd., 2018	Sağlık İnanç Modeline Dayalı Genel Afete Hazırlık İnanç Düzeyleri Ölçeği	Bu geliştirilen ölçeğin amacı Sağlık İnanç Modeli’ne dayalı bireylerin acil duruma/afete hazırlık davranışlarını, tutumlarını ve inançlarını güvenilir ve geçerli bir biçimde değerlendirmektir. Ölçeğe 18 yaş ve üzeri bireyler katılabilmektedir. Ölçekte toplam 31 madde ve 6 alt boyut bulunmaktadır. Bu alt boyutlar "Algılanan Duyarlılık", "Algılanan

---

		<p>Ciddiyet", "Algılanan Yarar", "Algılanan Engeller", "Eyleme Geçiriciler" ve "Öz Yeterlilik"tir. Tüm maddeler, 1'den (kesinlikle katılmıyorum) 5'e (kesinlikle katılıyorum) kadar beşli likert ölçeğinde puanlanmaktadır. Toplam varyans 59,2'dir. Alt ölçekler için Cronbach Alfa değeri 0,74 ile 0,90 arasında değişmektedir.</p>
Kırıkkaya & Gerdan, 2019	Afet Farkındalık Ölçeği	<p>Ölçüm aracı afet farkındalık düzeyini ölçmek için geliştirilmiştir. Toplam 23 maddeden oluşmaktadır. Afet bilgisi, afet öncesi, afet sonrası, afet sonrası ve yapısal olmayan risklerin farkındalığı şeklinde beş faktörlü bir yapıya sahiptir. Ölçek beşli likert tipinde olup ölçek puanının artması afet farkındalık düzeyinin artması anlamına gelmektedir. Toplamda %57 varyans açıklama düzeyine sahiptir. Ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,86 olarak hesaplanmıştır.</p>
Sözcü, 2019	Doğal Afet Okuryazarlığı Ölçeği	<p>Ölçüm aracı öğretmen adaylarının doğal afet bilgi seviyelerini ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçekte toplamda 72 soru olup biliş, duyuş ve davranış kısmı olmak üzere üç bölümü mevcuttur. Birinci bölüm olan doğal afet bilgi testi 24 maddelik çoktan seçmeli, duyuşsal eğilimler ölçeği 25 maddeden ve beşli likert tipinden, doğal afetler davranış ölçeği 23 maddeden ve beşli likert tipinden oluşmaktadır. Ölçüm aracının Cronbach Alfa güvenirlik değeri 0,81-0,87 arasında değişmektedir.</p>
Şentuna & Çakı, 2020	Afet Hazırbulunuşluk Ölçeği	<p>Ölçek afete hazır bulunuşluk durumunu saptamaya yönelik yetişkin bireyler için geliştirilmiştir. Ölçek 13 sorudan ve 4 alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçek alt boyutları sırasıyla Afet Fiziksel Koruma, Planlama, Afet Yardım, Afet Uyarı ve Sinyaller şeklindedir. Ölçek dördümlü likert yapıya sahip olup katılımcılar maddelere (1) kesinlikle hayır, (2) hayır, (3) evet, (4) kesinlikle evet arasında değişen cevaplar vermektedirler. Ölçek, toplam varyansın 60,44'ünü açıklamaktadır. Faktör yükleri 0,45 ile 0,85 arasında</p>

---



---

		değişmektedir. Ölçüm aracının Cronbach Alfa katsayısı 0,82 olarak belirlenmiştir.
Koca vd., 2020	Afete Müdahale Özyeterlilik Ölçeği	Lisans hemşirelik öğrencileri için afete müdahale özyeterliliği saptamak amacıyla uyarlanmış bir ölçektir. Ölçek 19 maddeden oluşmaktadır. Ölçek yerinde kurtarma yetkinliği, afet psikolojik hemşireliği yeterliliği, afet rol kalitesi ve uyum yetkinliği olmak üzere üç faktöre sahiptir. Beşli likert tipinde olan ölçüm aracına katılımcılar 1=Hiç güven duymuyorum, 2=Temel olarak güvenmiyorum, 3=Biraz güveniyorum, 4=Temel olarak güveniyorum, 5=Tamamen güveniyorum şeklinde cevaplar vermektedir. Kapsam geçerlik indeksi 0,99'dur. Ölçeğin tamamının Cronbach Alfa değeri 0,96'dır.
Mızrak & Aslan, 2020	Üniversite Öğrencileri Afet Risk Algısı Ölçeği	Ölçek 17 yaş ve üzeri üniversite öğrencilerinin afet risk algısını ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçek toplam 20 maddeden ve aruziyet, etki, endişe, kontrol edilemez adlarından oluşan dört alt boyuttan oluşmaktadır. Katılımcılar ölçek maddelerine 1=Hiç Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Tamamen Katılıyorum şeklinde beş cevap verilebilmektedir. Ölçekten alınan puan her bir alt boyut için bir ile beş puan arasında değişmektedir. Ölçekte ters soru bulunmamaktadır. Ölçekten alınan puan yükseldikçe algılanan risk artmaktadır. toplam varyansın %69,695'ini açıklamakta ve ölçeğin genel Cronbach Alfa değeri 0,938'dir.
Yayla, 2020	Bireysel Afet Dirençlilik Değerlendirme Ölçeği	Ölçüm aracı bireysel afet dirençliliğini değerlendirmek amacıyla uyarlanmıştır. Ölçek; bilgi, enformasyon, sosyoloji ve duygusallık olmak üzere dört boyuttan oluşmaktadır. Boyutların her birinde 5 soru ve toplamda 20 soru bulunmaktadır. Duygusallık boyutundaki dört soru ters puanlanmış sorulardır. Ölçek beşli likert tipinde olup katılımcılar maddelere kesinlikle katılıyorum, katılıyorum, fikrim yok, katılmıyorum, kesinlikle katılmıyorum seçenekleri ile cevap

---

		verebilmektedir. Ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,839 olarak bulunmuştur. Alt boyutların Cronbach Alfa değeri ise 0,817-0,839 aralığındadır.
Çelik, 2020	Afet Risk Algısı Ölçeği	Ölçüm aracı 18 yaş üstü katılımcıların afet risk algısını saptamak amacıyla geliştirilmiştir. Ölçek toplam 21 maddeden ve dört alt boyuttan (tehdit, kadercilik, kontrol edilebilirlik, endişe) oluşmaktadır. Ölçek beşli likert tipinde olup katılımcılar maddelere (5) Kesinlikle katılıyorum, (4) Katılıyorum, (3) Kısmen Katılıyorum, (2) Katılmıyorum, (1) Kesinlikle katılmıyorum seçenekleri ile cevap verebilmektedir. Ölçeğin toplam varyansın % 56,333'ini açıkladığı belirlenmiştir. Ölçeğin güvenirlik katsayısı Cronbach Alfa değeri 0,861 olarak belirlenmiştir.
Tercan & Şahinöz, 2021	Hastane Öncesi Acil Sağlık Hizmetlerinde Çalışan Personelin Afetlere Hazırlık Algısı Ölçeği	Ölçek hastane öncesi acil sağlık hizmetlerinde çalışan personelin afetlere hazırlık algısını saptamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu ölçek 28 maddeden ve beş faktörden (“İstek”, “Önem”, “Öz-Yeterlilik”, “Müdahale Becerisi” ve “Yarar”) oluşmaktadır. Ölçek beşli likert tipinde olup maddelerine katılımcılar Kesinlikle Katılmıyorum (1), Katılmıyorum (2), Kararsızım (3), Katılıyorum (4), Kesinlikle Katılıyorum(5) olarak cevap verebilmektedir. Ölçekten en düşük 28 puan, en yüksek ise 140 puan alınmaktadır. Ölçekten elde edilen puanlar arttıkça katılımcının afetlere hazırlık algısı artmaktadır. Çalışmada beş faktör için açıklanan toplam varyans oranı %65,478'dir. Ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,925'dir.
Kiraz, 2021	Öğretmen Adaylarına yönelik Afet Farkındalık Ölçeği	Ölçek afet farkındalık düzeylerini belirlemeyi amaçlamakta olup öğretmen adaylarına yöneliktir. Geliştirilen bu ölçekte toplam 36 madde olup afet bilinci, afet kaygısı ve afet riski olmak üzere üç boyuttan oluşmaktadır. Ölçek beşli likert tipinde ve katılımcılar maddelere “Tamamen Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Hiç Katılmıyorum”

		şeklinde cevaplar vermektedir. Ölçeğin Cronbach Alfa değeri ise 0,819'dur.
Çalışkan & Üner, 2022	Afet Okuryazarlığı Ölçeği	18-60 yaş arası kişilerde afet okuryazarlığını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş öz bildirim dayalı bir ölçektir. Kavramsal çerçeve, afetle ilgili dört boyut (zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme) ve afetle ilgili karar verme ve uygulamalar ile ilgili bilgi edinme süreçlerini (erişme, anlama, karar verme ve uygulama) içermektedir. 61 maddelik ölçeğin kavramsal çerçevesi 16 alandan oluşmaktadır. Her madde 1-5 puan (1 - Çok zor, 2 – Zor, 3 – Kararsızım, 4 – Kolay, 5 - Çok kolay) şeklinde puanlandırılmakta ve ölçekten alınabilecek toplam puan 61-305 arasındadır. Hesaplama kolaylığı açısından toplam puan 0-50 arası değer alacak şekilde standardize edilmiştir. Ölçek 0-<30 puan yetersiz, 30-<36 puan sınırlı, 36-<42 puan yeterli ve 42-50 puan mükemmel afet okuryazarlığı olarak sınıflandırılmıştır. Ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,954'dür.
Acar, 2022	Üniversite Öğrencilerinin Afet Durumlarındaki Kriz Yönetim Becerileri Ölçeği	Ölçek üniversite öğrencilerinin kriz yönetim becerilerini ortaya koyan bir araçtır. Ölçekte toplam 40 madde olup dört faktörlü yapıya sahiptir. Bu faktörler afet sonrası kriz yönetim becerileri, afet anında strateji becerileri, afet anında eylem becerileri ve afet öncesi kriz yönetim becerileridir. Ölçek beşli likert tipinde ve katılımcılar maddelere “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde cevaplar vermektedir. Çalışmada açıklanan toplam varyans oranı %40,34'dür. Ölçeğin toplam Cronbach Alfa değeri 0,946'dır.
Onal, 2022	Afet Yönetiminde Toplumsal Cinsiyet Rolüne İlişkin Algı Ölçeği	Afet yönetiminde toplumsal cinsiyet rolüne ilişkin algıyı ölçmek amacıyla ölçüm aracı geliştirilmiştir. Ölçeğin 17 maddesi ters olup ölçek toplamda 19 maddeden oluşmaktadır. Ölçek için üç faktörlü ve tek faktörlü iki model oluşturulmuştur. Ölçek beşli likert tipinde olup katılımcılar maddelere (5) Kesinlikle

---

		<p>katılıyorum, (4) Katılıyorum, (3) Kısmen Katılıyorum, (2) Katılmıyorum, (1) Kesinlikle katılmıyorum seçenekleri ile cevap verebilmektedir. Ölçek puanı 19-95 arasında değişmektedir. Sonuçlar 19-34 puansa tamamen olumsuz algı, 35-49 arasında ise olumsuz algı, 50-64 arasında ise doğal, 65-79 arasında ise olumlu algı, 80-95 arasında ise tamamen olumlu algı olarak kategorize edilmektedir. Ölçeğin Cronbach Alfa değeri 0,83-0,93 arasında değişmektedir.</p>
Yetişensoy, 2022	Ortaokul Öğrencilerine Yönelik Afet Bilinci Ölçeği	<p>Bu ölçek ortaokul öğrencilerinin afet bilinç düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçek 18 maddeden oluşmakta ve tek boyutlu bir yapıya sahiptir. Ölçek beşli likert tipinde ve katılımcılar maddelere “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Kesinlikle Katılmıyorum” şeklinde cevaplar vermektedir. Toplam varyansın %54,284’ünü açıklamaktadır. Ölçeğin Cronbach Alfa katsayısının ise 0,949 ile oldukça yüksek olduğu görülmüştür.</p>
Durgut & Yılmaz, 2022	Afet Hemşireliği Yönetimi Anketi Yeterliliklerinin Uyarlanması	<p>Türk literatürüne afet hemşireliği yönetimi yeterlilikleri ölçüm aracını kazandırmak amacıyla uyarlanmıştır. Ölçek toplamda 43 maddeden oluşmakta ve üç faktörlü yapıya sahiptir. Ölçeğin alt boyutları “Hemşirelerin Afet Yönetiminde Görev ve Sorumlulukları, Hemşirelerin Afet Yönetiminde Temel Yeterlilikleri, Afet Yönetimi” olarak adlandırılmaktadır. Ölçek onlu likert tipindedir. Birinci bölümde afet yönetiminde hemşirelerin görev ve sorumlulukları, ikinci bölümde hemşirelerin afet yönetiminde temel yeterlilikleri, üçüncü bölümde ise temel yetkinlikleri geliştirmede engelleri içeren madde yer almaktadır. Birinci ve ikinci kısımlar 1=Hiçbiri ve 10=Çok Sıklıkla, üçüncü kısım ise ölçekteki ifadeler kaç kişinin katılıp katılmadığını belirtmek için 1=Kesinlikle Katılmıyorum ve 10=Kesinlikle Katılıyorum şeklindedir. Ölçeğin kapsam geçerlik indeksi</p>

---

---

			0,98'dir. Cronbach Alfa değeri tüm ölçekte 0,963'tür. Cronbach Alfa değerleri alt boyutlarda 0,881-0,981 arasında değişmektedir.
Güzel, 2022	Afet Kaygısı Ölçeği		Ölçek 18-65 yaş arasındaki bireylere yönelik olup bireylerin afet kaygısı durumunu ölçen ölçmektedir. Ölçek toplamda altı maddeden oluşmaktadır. Ölçek altılı likert tipinde olup katılımcıların maddelere verdiği cevaplar 0 (hiç kaygım yok), 1 (neredeyse hiç kaygım yok), 2 (hafif kaygı), 3 (orta derece kaygı), 4 (ciddi kaygı), 5 (aşırı kaygı) şeklindedir. Ölçeğin toplam açıklanan varyansı 86,37, Cronbach Alfa değeri 0,96'dır.

---

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda afetlere yönelik öz bildirim dayalı ölçüm araçlarında artış olduğu ve araçların Türk toplumunda geliştirildiği dikkat çekmektedir. Bu olumlu sonucun yanında ölçüm aracının sadece kongrede sunumu, yayınlanmamış tezlerde olması gri literatüre destek sağlamakla birlikte ölçüm araçlarını kullanmak afet konusunda çalışmak isteyen araştırmacılar için bir dezavantajdır. Ölçüm araçlarının herkese açık, ulaşılabilir olması literatüre kazandırılması araştırmacılar açısından önemli olacaktır. Tezin içerisinde ölçek formunun geliştirilmesi veya uyarlanması ve sonra asıl istenen amaca geçilmesi yanlılık riskini artırabilir. Tez öncesinde başka bir araştırma ile ölçüm aracının geçerlik güvenirlik sonuçları kanıtlandıktan sonra tezlerde kullanılması önerilmektedir. Geçerlik güvenirliği yapılan araçlar az olup literatür doğrultusunda araştırmacılar tarafından oluşturulan form Türk literatürde oldukça fazladır. Bir diğer dikkat çekici nokta ise çok fazla disiplin afet konularını ele almakta ve bu yönde ölçüm araçları geliştirmektedir. Böyle formlar yerine ilgili farklı disiplinlerin bir araya gelerek ölçüm aracını geliştirmesi önerilebilir.

Yaşlılara yönelik herhangi bir ölçüm aracına rastlanmamıştır. Afetlere yönelik öz bildirim ölçüm araçları geliştirmek veya uyarlamak için araştırmacılar yaşlı bireyleri de katılımcı listesinde ele almalıdır. Tüm toplumu kapsayacak ölçüm araçlarına ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bireylerin öz bildirim beyanları ölçeklerinin yanında afet yönelik geliştirilen sivil toplum kuruluşları, hükümet desteği, çevresel değerlendirme ve risk analizleri gibi ölçümlerde söz konudur. Sadece bireylerin tutumları, algıları ve deneyimleri ile sınırlı kalmayıp aynı zamanda çevresel risk analizlerinin değerlendirilmesi, afete hazır bir Türkiye için önemli olacaktır. Bu araştırmanın en önemli sınırlılığı afet türlerini doğrudan ölçen ölçüm araçlarının çalışmaya dâhil edilmemesidir. Bir diğer sınırlılıkta tezlerden üretilen öz-bildirim ölçüm araçlarının yayına dönüşmeyip gri literatürde kalması ve ulaşılmasının ve kullanımının güç olmasıdır.

#### 5. KAYNAKLAR

- [1] Acar, S. (2022). Üniversite öğrencilerinin afet durumunda kriz yönetim becerileri ölçeğinin geliştirilmesi ve çeşitli değişkenler açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- [2] Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2022). *AFAD ve tarihçesi* <https://www.afad.gov.tr/afad-hakkinda>
- [3] CRED Crunch 68 (2022). Natural Hazards & Disasters An overview of the first half of 2022. <https://www.cred.be/publications>
- [4] Çalışkan, C., & Üner, S. (2022). Measurement of disaster literacy in Turkish society: Disaster Literacy Scale (DLS) Design and Development Process. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 1–7. <https://doi.org/10.1017/dmp.2022.147>
- [5] Çelik, F. (2010). Türk kıyıları'nda çalışan hemşirelerin afetlere hazıroluşluk durumları. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [6] Çelik, H. İ. (2020). Afet risk algısının kültür ve kişilikle ilişkisi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Gümüşhane.
- [7] Dikmenli, Y., Yakar, H., & Konca, A. S. (2018). Development of disaster awareness scale: A validity and reliability study. *Review of International Geographical Education Online*, 8(2), 206-220.
- [8] Durgut, U., & Yildiz, T. (2022). Adaptation of the competencies for disaster nursing management questionnaire: Turkish version. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 16(4), 1496–1502. <https://doi.org/10.1017/dmp.2021.160>
- [9] Güner Y. (2016). Çanakkale ili 112 acil sağlık hizmetleri istasyonlarında çalışan personelin afet tıbbi konusunda bilgi düzeyleri. Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- [10] Güzel, A. (2022). Development of the disaster anxiety scale and exploring its psychometric properties. *Archives of Psychiatric Nursing*, 41, 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2022.07.028>
- [11] Inal, E., Altıntaş, K. H., & Dogan, N. (2018). The development of a general disaster preparedness belief scale using the health belief model as a theoretical framework. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 5(1), 146-158. <https://doi.org/10.21449/ijate.366825>
- [12] Inal, E., & Dogan, N. (2018). Improvement of general disaster preparedness belief scale based on health belief model. *Prehospital and Disaster Medicine*, 33(6), 627–636. <https://doi.org/10.1017/S1049023X18001012>
- [13] International Nursing Coalition for Mass Casualty Education [INCMCE]. (2003). Educational competencies for registered nurses responding to mass casualty incidents. <http://www.aacn.nche.edu/leading-initiatives/educationresources/>
- [14] Kırıkkaya, E. B., ve Gerdan, S. (2019). Afet farkındalık ölçeği geçerlik ve güvenilirlik çalışması. Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, Kocaeli, Türkiye.
- [15] Kiraz, B. (2021). Öğretmen adaylarının afet farkındalıklarının ve afet farkındalığı geliştirme içerikli etkinliklere yönelik görüşlerinin belirlenmesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- [16] Kiraz, E. (2018). Afet ve acil durum hakkında bilgi, tutum ve davranışların değerlendirilmesi: Sakarya ve Konya ili örneği. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane.

- [17] Koca, B., Çağan, Ö., & Türe, A. (2020). Validity and reliability study of the Turkish version of the Disaster Response Self-Efficacy Scale in undergraduate nursing students. *Acibadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(3), 515-521. <https://doi.org/10.31067/0.2020.301>.
- [18] Mızrak, S., & Aslan, R. (2020). Disaster risk perception of university students. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, 11(4), 411–433. <https://doi.org/10.1002/rhc3.12202>
- [19] Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- [20] Sevinç, Ö., Güner, Y., & Til, A. (2018). Çanakkale ili 112 acil sağlık hizmetleri istasyonlarında çalışan personelin afet tıbbi konusundaki bilgi düzeyleri. *Pamukkale Medical Journal*, 11(2), 119-125. <https://doi.org/10.5505/ptd.2017.30643>
- [21] Sözcü, U. (2019). Öğretmen Adaylarının Doğal afet okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Kastamonu.
- [22] Şentuna, B., & Çakı, F. (2020). Balıkesir Örneğinde Bir Ölçek Geliştirme Çalışması: Afet Hazırbulunuşluk Ölçeği. *İdealkent*, 11(31), 1959–1983. <https://doi.org/10.31198/idealkent.728896>
- [23] Onal, E. I., Soysal, S., & Paksoy Erbaydar, N. (2022). The development of perception scale of gender role in disaster management and the examination with related factors. *Gender in Management: An International Journal*, 37(7), 836–857. <https://doi.org/10.1108/GM-08-2021-0251>
- [24] Özcan, F. (2013). Hemşirelerin afete hazır olma durumu ve hazırlık algısı. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [25] Özmen, F. & Sever, R. (2019). Türkiye’de doğal afetler üzerine yapılan lisansüstü tezler hakkında bir inceleme (2000-2017). *Turkish Studies Educational Sciences*, 14(3), 801-831.
- [26] Tercan, B., & Şahinöz, S. (2021). Hastane öncesi acil sağlık hizmetlerinde çalışan personelin afetlere hazırlık algılarını belirlemeye yönelik ölçek geliştirme: Metodolojik bir çalışma. *Hastane Öncesi Dergisi*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.54409/hod.995792>
- [27] World Health Organization (2022). *Disasters and emergencies*. <https://www.who.int/teams/integrated-health-services/clinical-services-and-systems/surgical-care/disasters-and-emergencies>.
- [28] Yayla U (2020). Bireysel afet direnç değerlendirmesi: Gümüşhane örneği. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Gümüşhane.
- [29] Yetişensoy, O. (2022). Ortaokul öğrencilerine yönelik afet bilinci ölçeğinin geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(36), 1473-1496. <https://doi.org/10.35675/befdergi.1146938>

## YAŞA BAĞLI DEĞİŞİM FARKINDALIĞI ÖLÇEĞİNİN TÜRKÇEYE UYARLANMASI VE PSİKOMETRİK TESTİ

**Fatma Zehra GENÇ<sup>1</sup>, Suzan YILDIZ<sup>2</sup>, Naile BİLGİLİ<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Öğr. Gör. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı

Hemşireliği, <https://orcid.org/0000-0003-1861-8864>

<sup>2</sup>Öğr. Gör., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Reşadiye Meslek Yüksekokulu,

<https://orcid.org/0000-0001-6833-5710>

<sup>3</sup>Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği,

<https://orcid.org/0000-0002-7639-0303>

### Özet

Yaşa bağlı değişim farkındalığı (Awareness of Age-Related Change: AARC), bireylerin yaşlanma deneyimlerini inceleyen çok boyutlu kavramdır. Bu bağlamda çalışmada AARC ölçeğinin Türk toplumunda uzun (AARC-50) ve kısa formunun (AARC-10) uyarlanması ve psikometrik testinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma metodolojik olarak yapılmıştır. Çalışma yaşları 40-92 arası 570 birey ile yürütülmüştür. Veriler kişisel bilgi formu, AARC ve SF-12 Yaşam Kalitesi ölçeği ile toplanmıştır. Çalışmaya başlamadan önce Gazi Üniversitesi Etik Komisyonundan etik onayı alınmıştır. Uyarlamada çeviri-geri çeviri ve uzman görüşleri dikkate alınarak ölçüte bağlı geçerlik, faktör analizleri, test tekrar testi ve güvenilirlik katsayısı analizleri yapılmıştır. Katılımcıların yaş ortalaması  $53,4 \pm 10,4$  (min-max: 40-92) olup hissedilen yaş ortalaması  $44,8 \pm 13,9$ 'dur (min-max: 12-100). Katılımcıların %68,9'u yaş almanın olumlu yönlerinin fazla olduğunu düşünmektedir. İki faktörlü 50 ve 10 maddelik ölçeğin Cronbach alfa değeri sırası ile 0,923 ve 0,717'dir. Test-tekrar test güvenilirlik değeri ve kapsam geçerlik indeksi 0,90'dır. Uzun ve kısa form faktör analizleri bulguları kıyaslandığında uzun formun Chi-square/Degree of Freedom, Root Mean Square Error of Approximation bulgusu açısından, kısa formunda Goodness, Comparative, Normal, Adjustment Goodness fit indeksi ve Standardized Root Mean Square Residual açısından iyi olduğu saptanmıştır. AARC-50 ve AARC-10 ölçeği Türk toplumunda geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracıdır. Bu çalışma AARC ölçeğinin her iki formunun (uzun ve kısa) geçerlilik ve güvenilirlik bulgularını sunmaktadır. Gelecekteki çalışmalarda, araştırmacılar çalışmalarının koşullarına göre uygun formu seçebilirler.

**Anahtar kelimeler:** Ölçek uyarlaması, yaşlanmaya ilişkin kişisel algılar, yaşlanmaya yönelik tutumlar



## TURKISH ADAPTATION AND PSYCHOMETRIC TESTING OF THE AWARENESS OF AGE-RELATED CHANGE SCALE

### Abstract

Awareness of age-related change (AARC) is a multidimensional concept that evaluates the experiences of aging. Accordingly, this study aimed to adapt the long (AARC-50) and short (AARC-10) forms of the AARC scale for the Turkish population and evaluate their psychometric testing. The study was carried out methodologically. This study included 570 individuals aged 40–92 years. Data for this study were collected using the personal information form, AARC scale, and SF-12 quality of life scale. Before starting the study, ethical approval was obtained from the Gazi University Ethics Commission. The form was translated and back-translated, expert opinions were obtained, and criterion-related validity, factor, test–retest, and reliability coefficient analyses were performed. The mean age of the participants was  $53.4 \pm 10.4$  (median: 51.5, range: 40–92) years, and the mean perceived age was  $44.8 \pm 13.9$  (median: 45, range: 12–100) years. In total, 68.9% of the participants thought that aging has more positive aspects. Notably, the Cronbach's alpha values of the two-factor 50- and 10-item scales were 0.923 and 0.717, respectively. In addition, the test–retest reliability score and content validity index were 0.90. Regarding the results of the factor analyses for the long and short forms, the long form demonstrated good results in terms of the chi-square divided by degrees of freedom and root mean square error of approximation, whereas the short form demonstrated good results in terms of goodness (comparative, normal, and adjustment goodness-of-fit index) and standardized root mean square residual. This study found that the AARC-50 and AARC-10 scales are valid and reliable tools for evaluation in the Turkish population. Furthermore, this study presents the validity and reliability findings of both forms (long and short) of AARC scale. In the future studies, researchers can choose the appropriate form based on the conditions of their studies.

**Keywords:** Measurement adaptation, self-perceptions of aging, attitudes toward aging

**TÜRKİYE’DE HEMŞİRELİK ALANINDA MİNDFULNESS TEMELLİ  
YAKLAŞIM KULLANILARAK YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN  
İNCELENMESİ/ INVESTIGATION OF POSTGRADUATE THESES  
CONDUCTED USING MINDFULNESS-BASED APPROACH IN NURSING IN  
TURKEY**

**Arş. Gör. SEMANUR ÇELİK DEMİRYÜREK<sup>1</sup>, Prof. Dr. NAİLE BİLGİLİ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, - 0000-0003-3983-1664

<sup>2</sup> Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, – 0000-0002-7639-0303

## ÖZET

Bu araştırma Türkiye’de hemşirelik alanında mindfulness temelli yaklaşım kullanılarak yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerinin incelenmesi amacıyla tanımlayıcı olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın verilerine ulaşmada Ulusal Tez Merkezi kullanılmış olup, tez adında “mindfulness” veya “bilinçli farkındalık” kavramı olan ve hemşirelik alanında yapılan 17 tez dahil edilmiştir. Tezler yayın yılı, amacı, örneklem sayısı ve grubu, çalışmanın tasarımı ve sonuçlarına göre incelenmiştir. İncelenen tezlerin yarısından fazlasının (%52,94) son iki yılda gerçekleştirilmiştir. Tezlerden beş tanesi randomize kontrollü deneysel çalışma olup, diğerleri kontrol gruplu yarı deneysel çalışmalardan oluşmaktadır. Tezlerde farklı örneklem gruplarıyla çalışılmakla birlikte, en fazla şizofreni tanısı almış bireylerle ve madde kullanım bozukluğu olan bireylerle gerçekleştirildiği görülmüştür. Uygulanan mindfulness temelli yaklaşımların bireyler üzerinde en fazla, algılanan stres, depresyon ve yaşam kalitesi üzerine etkileri incelendiği görülmüştür. Araştırma sonucunda son yıllarda yapılan tezlerde mindfulness temelli yaklaşımlar konusuna yönelik ilginin arttığı saptanmıştır. Yapılan tezlerde bireylere uygulanan mindfulness temelli yaklaşımların katılımcılar üzerinde genel olarak olumlu yönde etkileri olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırma sonucuna göre bu bağlamda, hemşirelik alanında mindfulness kavramına yönelik bilgi gereksiniminin saptanması, hemşirelere yeterli bilginin sağlanması, hasta bakımında sahada uygulama için bir alan oluşturulması ve konuya yönelik eğitimlerin sağlanması önerilmektedir. Mindfulness ile ilgili hemşirelik alanında, farklı popülasyonlarda hasta bakımında kanıt düzeyi yüksek, lisansüstü tezlerin ve diğer akademik çalışmaların sayıca artırılması gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hemşirelik, Hemşirelik Araştırması, Mindfulness, Bilinçli Farkındalık

## GİRİŞ

Mindfulness, Budist geleneğinden ortaya çıkmış eski bir uygulamadır. Mindfulness kavramının pek çok tanımı olsa da Kabat-Zinn tarafından “an-be-an yaşanan deneyimlere, şu anda, bilinçli ve yargılayıcı olmayan biçimde dikkat etmek” olarak tanımlanmıştır (Kabat-Zinn, 2003). Mindfulness yargılayıcı olmayan bir yaklaşımla her deneyimi kabul ederek her ana dikkat etme sürecidir. Bu süreç kabul etme, sabır, nezaket, samimiyet, özen ve şefkat duygusunu içermektedir. Diğer bir ifadeyle, mindfulness içinde bulunan ana dair hoş giden veya

gitmeyen her şeyi kabul etmeyi ve şu anda yargılamadan kalabilmeyi içeren bir yaklaşımdır (Atalay, 2018; Chmielewski ve ark., 2021).

Son yıllarda toplumda sağlığı korumak ve geliştirmek, stresle baş etmeyi kolaylaştırmak ve hastalık ve hastalık semptomlarını azaltmak için bilinçli farkındalık temelli müdahaleler kullanılmaya başlanmıştır. Artan kullanımla beraber mindfulness temelli uygulamaların çeşitli türleri ortaya çıkmıştır (Khoury ve ark., 2015; Saban ve Janusek, 2021). Ancak mindfulness uygulaması ilk olarak kronik ağrısı olan hastalarda acıyı hafifletmek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Kabat Zinn, 2015). İlerleyen zamanlarda koruyucu önlemler almak, hastalık semptomlarını iyileştirmek ve yaşam kalitesini arttırmak amacıyla kullanılmaya devam edilmiştir (Janssen ve ark., 2018).

Mindfulness kavramı deneyimleyerek anlaşılması gereken, uygulamaya yönelik bir kavramdır ve uygulamalar eşliğinde sonradan öğrenilerek hayata kazandırılabilen bir beceridir (Chambers ve ark., 2009). İçinde bulunulan anın farkındalığını artıran, zihnimizden geçen düşünce ve duygular hakkında farkındalık yaratan mindfulness uygulaması kaygıyı azaltabilen, uygun maliyetli, kolay erişilebilir bir müdahale yöntemidir (Hoge ve ark., 2013; Stinson ve ark., 2020). Bilinçli farkındalık, bireyin zihninin, bedeninin, duygu ve düşüncelerinin yaşadığı andaki her şeyin kişinin isteğiyle farkında olunması durumudur. Bireyin yaşadıklarına yalın bir gözle bakarak yargılamaları fark etmesi, bunu şefkatle kabul edebilmesi esastır. (Atalay, 2018; Kabat Zinn, 2013). Bireyin kendisini ve çevresinde olup bitenleri daha iyi anlamasını sağlayan farkındalık hali yani bilinçli farkındalık, şimdiki deneyimlemeyi sağlar. Zihnimizde geçmişe ya da geleceğe dair olumsuz düşüncelere neden olan ‘otomatik pilot’ alışkanlığından kaçınmaya yardımcı olur (Chmielewski ve ark., 2021).

Mindfulness temelli uygulamalar son yıllarda hemşirelik alanında da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Hemşirelik alanında farklı gruplara uygulanabilmekte, daha düşük stres ve düşük kaygıyla ilişkili olan mindfulness uygulamasının sağlık alanında kullanılması olumlu etkiler gösterebilmektedir. Farkındalık sayesinde bireyler, iş sorumluluklarına daha fazla odaklanabilmekte, bilgileri daha iyi yönetebilmekte, değişimi daha gerçekçi bir şekilde kabul edebilmekte ve kişinin yaşam doyumu artabilmektedir (Brady ve ark., 2012). Farkındalığın etkin kullanımı, stresi azaltmada, iletişim becerilerini kullanmada, bağımsızlığın sağlanmasında ve hasta bakımında olumlu gelişmelere katkı sağlamaktadır. Özellikle sağlık çalışanları ve sağlık alanında öğrenciler üzerinde mindfulness yaklaşımı, çalışanlar için tükenmişlik hissinin azalmasında ve hastalar için bakım kalitesinin iyileştirilmesinde etkili olabilmektedir (Chmielewski ve ark., 2021).

Türkiye’de hemşirelik anabilim dallarında yapılan ve “mindfulness” ve “bilinçli farkındalık” kavramlarını içeren yüksek lisans ve doktora tezlerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranması hedeflenmiştir.

Türkiye’de hemşirelik anabilim dalında mindfulness ile ilgili yapılmış lisansüstü tezler hangi yıllarda yayınlanmıştır?

Türkiye’de hemşirelik anabilim dalında mindfulness ile ilgili yapılmış lisansüstü tezlerin amaçları nelerdir?

Türkiye’de hemşirelik anabilim dalında mindfulness ile ilgili yapılmış lisansüstü tezlerde hangi örneklem gruplarıyla çalışılmıştır?

Türkiye’de hemşirelik anabilim dalında mindfulness ile ilgili yapılmış lisansüstü tezlerde hangi araştırma yöntemleri kullanılmıştır?

Türkiye’de hemşirelik anabilim dalında mindfulness ile ilgili yapılmış lisansüstü tezlerin sonuçları nelerdir?

## **MATERYAL VE METOT**

### **Araştırmanın Tasarımı**

Türkiye’de hemşirelik anabilim dallarında yapılan ve “mindfulness” veya “bilinçli farkındalık” kavramlarını içeren yüksek lisans ve doktora tezlerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmanın raporlanmasında PRISMA kontrol listesi kullanılmıştır (Karaçam, 2013).

### **Araştırmanın Evreni ve Örneklemi**

Araştırma verilerine ulaşmak için “Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi” veri tabanı kullanılarak tarama yapılmıştır. Araştırmanın evrenini hemşirelik anabilim dalında ve tez adında “mindfulness” veya “bilinçli farkındalık” kavramı olan yüksek lisans ve doktora tezleri oluşturmaktadır. Tarih aralığı belirlenirken, hemşirelik dalında yüksek lisans eğitiminin başlangıç yılı olan 1968 dikkate alınarak, 1 Ocak 1968 ile 30 Kasım 2022 aralığında tarama gerçekleştirilmiş ve bu taramada erişilen tüm tezler değerlendirilmek üzere incelenmeye alınmıştır. Araştırmacıların incelemeleri sonucu tanımlanan 43 araştırma analiz edilerek sistematik inceleme için örneklem olarak 17 çalışmanın tam metinleri alınmıştır. Bu süreç sayısal veriler kullanılarak PRISMA akış şeması doğrultusunda Şekil 1’de verilmektedir.

*Araştırmaya dahil edilme kriterleri;*

Tez adında “mindfulness” veya “bilinçli farkındalık” kelimelerinin bulunması

Tezin hemşirelik alanında yapılmış olması

Tez tam metnine erişilebilir olması

Tezin deneysel ya da yarı deneysel olması

Tezin lisansüstü tez çalışması olmasıdır.

Araştırma kapsamında yer alacak tezlerin dahil edilme kriterlerinde PICOS (P: Population, I: Interventions, C: Comparisons, O: Outcomes, S: Study designs) dikkate alınmıştır (Karaçam, 2013).

P-Population: Katılımcılar için herhangi bir sosyodemografik özellik seçilmemiş olup MBSR uygulamasına yönelik seçilen bireyler dahil edilmiştir.

I-Interventions: Bireylerde MBSR uygulamasının yapılması müdahale olarak belirlenmiştir.

C-Comparisons: Çalışmaya MBSR uygulanan bireylerin deney ve kontrol grubu olarak sınıflandırıldığı tezler dahil edilmiştir.

I-Outcomes: MBSR uygulaması sonucunu değerlendiren çalışmalar dahil edilmiştir.

S-Study designs: Randomize kontrollü çalışmalar ve yarı deneysel çalışmalar inceleme kapsamına alınmıştır. Tezin tamamına ulaşılabilenler dahil edilmiştir.

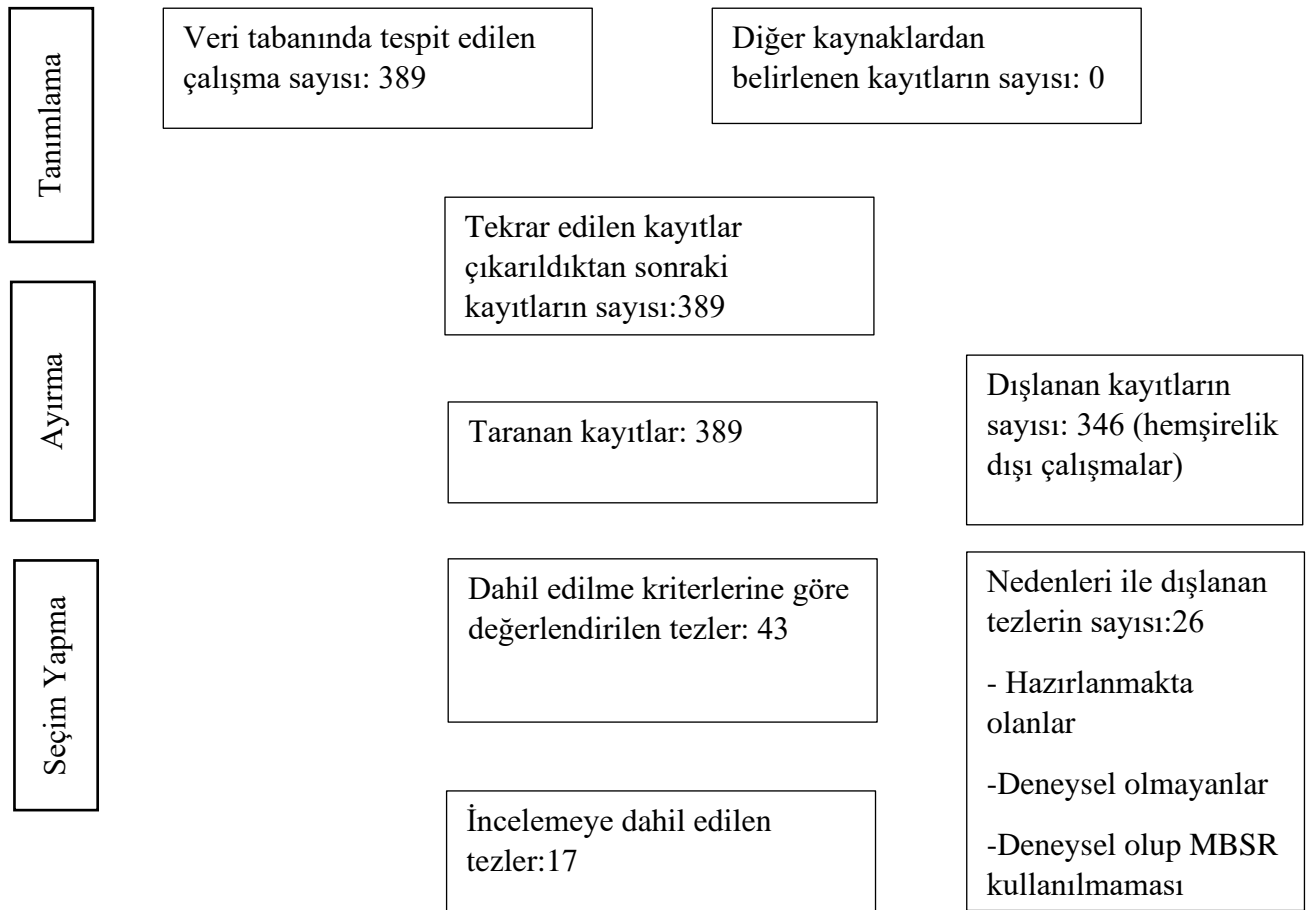
#### Araştırma dışlama kriterleri

Tez adında “mindfulness” veya “bilinçli farkındalık” kelimelerinin bulunmaması

Tezin hazırlanma aşamasında olması, tam metine erişimin kapalı olması

Tezin hemşirelik alanı dışında yapılmış olmasıdır.

#### Şekil 1: Tez Çalışmalarının Seçimi



Yapılan tarama sonucunda toplam 389 adet teze ulaşılmıştır. Ulaşılan 389 adet tezin 346'sının başlığında “mindfulness” veya “bilinçli farkındalık” kelimesi geçmesine rağmen hemşirelik alanı dışında farklı bir disiplin tarafından yapılmış olması nedeniyle araştırma kapsamına alınmamıştır. Hemşirelik alanında yapılan ve başlığında “mindfulness” veya “bilinçli farkındalık” kelimesi geçen toplam 43 adet lisansüstü teze ulaşılmıştır. İncelenen tezlerde Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi veri tabanında erişime açık olmayan 13 tez değerlendirmeye alınmamıştır. Dahil edilme kriterlerine göre deneysel ya da yarı deneysel

olarak yapılan tezlerden 17 tanesi değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamındaki tezler türlerine göre ayrıldıktan sonra tarih sıralamasıyla yazar, yayın yılı, tezin amacı, örneklem sayısı ve grubu, çalışmanın tasarımı ve sonuçları bakımından incelenmiştir. Verilerin analizinde sayısal değerlendirmeler kullanılmıştır.

### **Araştırmanın Etik Yönü**

Bu çalışmada etik kurul iznine ihtiyaç duyulmamıştır.

### **Araştırmanın Sınırlılıkları**

Çalışmaya 30 Kasım 2022 tarihinden önce Ulusal Tez Merkezi'nde yer alan tezlere yer verildiğinden belirlenen tarihten önce yapılmış ancak henüz veri tabanına kaydı gerçekleşmemiş tezler olabilir. Araştırmanın sınırlılığı bu tezlere ulaşılabilmesidir.

### **BULGULAR**

Araştırma kapsamında dahil edilme kriterlerine uyan 17 tez incelenmiştir. Bu tezlerin bir tanesi yüksek lisans tezi, 16'sının doktora tezi olduğu tespit edilmiştir. İncelenen tezlerin 2015-2022 yılları arasında yayımlandığı ve bu tezlerde toplam 1490 katılımcının yer aldığı saptanmıştır. Ülkemizde mindfulness temelli yaklaşım kullanılarak yapılan ilk lisansüstü tez çalışmasının 2015 tarihinde yapıldığı ve yapılan tezlerin %52,94'ünün son 2 yılda yapıldığı belirlenmiştir. Araştırmaya dahil edilen tezlere ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

### **Çizelge 1. İncelenen Tezlerin Tür ve Yıllara Göre Dağılımı**

<b>Yayın Yılı</b>	<b>Yüksek Lisans</b>	<b>Doktora</b>	<b>Toplam Tez Sayısı</b>	<b>%</b>
2015	-	1	1	5,88
2016	-	1	1	5,88
2017	-	1	1	5,88
2018	-	-	-	-
2019	-	2	2	11,76
2020	-	3	3	17,64
2021	-	5	5	29,41
2022	1	3	4	23,52
<b>Toplam</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>100</b>

Çalışmalar; duygu düzenleme stratejileri ve algılanan stres düzeylerine etkisini, anneliğe geçiş sürecine etkisini, işlevsel iyileşme ve içgörü düzeyine etkisini, iç görü ve ilaç uyumu üzerine etkisini, benlik saygısı ve sosyal işlevsellik üzerine etkisini, öz-yeterlilik algısına etkisini, yeme alışkanlığı ve beden imgesi üzerine etkisini, yaşam kalitesi, yorgunluk ve hareket korkusuna etkisini, psikolojik iyi oluş, umut ve işlevsel iyileşmeye etkisini, anksiyete, depresyon ve umutsuzluk düzeyine etkisini, içselleştirilmiş damgalanma ve madde kullanma eğilimine etkisini, menopozal yakınmalara ve yaşam kalitesine etkisini, stresi azaltmaya ve semptomları yönetmeye etkisini, psikolojik dayanıklılık üzerine etkisini, yeme davranışları ve depresyona etkisini, algılanan stres ve geriatik depresyon düzeyine etkisini, algılanan stres düzeyi ve bilişsel duygu düzenleme stratejileri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır (Çizelge 1).

Çalışmaların %5,88'inin (n=1) gebelerle, %5,88'inin (n=1) bipolar bozukluğu tanılı hastalarla, %17,64'ünün (n=3) şizofreni tanılı hastalarla, %17,64'ünün (n=3) madde kullanım bozukluğu tanılı hastalarla, %5,88'inin (n=1) lise öğrencileriyle, %5,88'inin (n=1) akut miyokard infarktüsü geçirmiş bireylerle, %11,76'sının (n=2) postmenopozal dönemdeki kadınlarla, %5,88'inin (n=1) hemodiyaliz hastalarıyla, %5,88'inin (n=1) hemşirelerle, %5,88'inin (n=1) obez ergenlerle, %5,88'inin (n=1) yaşlı bireylerle, %5,88'inin (n=1) hemşirelik öğrencileriyle yapıldığı görülmüştür. Çalışmaların sonuçlarında ise genel olarak mindfulness yaklaşımlarının belirlenen örneklem gruplarında olumlu etkisi olduğu ortaya konmuştur.

## TARTIŞMA

Bu araştırma Türkiye'de hemşirelik alanında mindfulness temelli yaklaşım kullanılarak yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan tezlerin çoğu doktora tezi olup, deneysel olarak yapılmış ve mindfulness temelli yaklaşımın etkinliği değerlendirilmiştir. Yapılan tezlerin çoğu mindfulness temelli yaklaşım uygulamalarının algılanan stres, depresyon ve yaşam kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Mindfulness eğitiminin depresyon tanılı hastalarda stres, kaygı ve depresyon üzerindeki etkinliğini değerlendirmeyi amaçlayan çalışmada, bu eğitimin hastalar üzerinde uygulanmasının stres, kaygı ve depresyon düzeylerinin düşürülmesinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir (Atia ve Sallam, 2020). Valikhani ve arkadaşlarının çalışmasında mindfulnessin algılanan stresi azalttığı, yaşam kalitesini arttırmada fayda sağladığı bulunmuştur (Valikhani ve ark., 2020). Sheng ve arkadaşlarının çalışmasında şizofreni hastalarına mindfulness meditasyonu uygulanması sonucunda bireylerin fiziksel ve sosyal işlevselliğinin arttığı ortaya çıkmıştır (Sheng ve ark., 2019). Chien ve Lee'nin çalışmasında ise şizofreni hastalarında mindfulness temelli psikoeğitim programının bireylerin içgörülerinde olumlu etkisi olduğu ve işlevselliği arttırdığı tespit edilmiştir (Chien ve Lee, 2013). İncelenen tezlerde de benzer şekilde mindfulness temelli yaklaşımların algılanan stresi azaltmada, duygu düzenleme stratejilerini iyileştirmede, yaşam kalitesini geliştirmede, işlevsel iyileşme ve içgörü düzeylerini arttırmada etkisi olduğu görülmektedir (Akbulut, 2021; Kaplan, 2022; Karadaş, 2020; Yılmaz, 2016; Çetin, 2017; Özdemir, 2020; Kabataş Yıldız, 2022).

Santos ve arkadaşları yaptıkları çalışmada hemşirelik öğrencilerine mindfulness egzersizleri ve meditasyondan oluşan mindfulness programı uygulanması sonucunda kişilerin algıladıkları stres düzeyinde azalma olduğu sonucuna varmışlardır (Dos Santos ve ark., 2016). Yüksel ve Yılmaz'ın hemşirelik öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmaya göre Bilinçli farkındalık terapinin stres seviyelerinde azalma olduğu bulunmuştur (Yüksel ve Yılmaz, 2020). 19-24 yaş arası üniversite öğrencileri üzerinde stres düzeylerini azaltmak amacıyla uygulanan başka bir çalışmada bilinçli farkındalık programı sonucunda öğrencilerin stres düzeylerinin anlamlı olarak azaldığı tespit edilmiştir (Demir ve Demir, 2018). Hemşirelik öğrencileri üzerinde yapılan bir diğer çalışmada da mindfulness temelli stres azaltma programının öğrenciler üzerinde algılanan stres düzeyinde azaldığı belirtilmiştir (Spadaro ve Hunker, 2016). Spadaro ve arkadaşlarının yaptıkları başka bir çalışmada ise mindfulness meditasyonunun kısa dönemli yeme davranışları iyileştirdiği bulunmuştur (Spadaro ve ark., 2017). İncelenen tezlerde de benzer şekilde öğrencilere ve ergenlere uygulanan mindfulness temelli yaklaşımların, algılanan

stres düzeyinde azalma sağladığı, yeme davranışları ve yeme alışkanlıklarını olumlu yönde etkilediği görülmektedir (Alagöz, 2022; Dağ, 2022; Kendirkıran, 2020).

Gotink ve arkadaşları çalışmalarında madde kullanım bozukluğu olan bireylere mindfulness temelli stres azaltma programının uygulanmasının madde kullanım isteğini azaltmada etkili olduğunu belirtmiştir (Gotink ve ark., 2016). Böge ve arkadaşlarının çalışmasında mindfulness temelli yaklaşım kullanılması sonucunda sosyal işlevsellik üzerinde değişiklikler tespit edilmiştir (Böge ve ark., 2021). Literatüre benzer şekilde tezlerde de madde kullanım bozukluğu olan bireylerde mindfulness temelli programların madde kullanım eğilimini azaltmada etkili olduğu ve sosyal işlevsellik üzerine etkili olduğu görülmektedir (Ersöğütçü, 2019; Mehel Tutuk, 2021).

Wong ve arkadaşları menopozla ilişkili semptomların azaltılmasında mindfulness temelli stres azaltmanın etkinliğini değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmada uygulama sonucunda menopoz döneminde görülen depresyon ve anksiyetede azalmanın sağlandığı ve uygulamadan sekiz ay sonrada etkisinin devam ettiğini ortaya çıkarmışlardır (Wong ve ark., 2018). Xiao ve arkadaşlarının perimenopozal kadınlarda mindfulness meditasyon eğitiminin etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda eğitim sonrası, kadınlarda depresif belirtilerin düzeldiği bulunmuştur (Xiao ve ark., 2019). Literatürde menopoz dönemindeki kadınlarda mindfulness temelli yaklaşım kullanılarak umutsuzluk düzeyinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. İncelenen tezlerde mindfulness temelli yaklaşımların menopoz dönemindeki kadınlarda umutsuzluk, anksiyete ve depresyonu azaltmada etkili bir yöntem olduğu ayrıca yaşam kalitesini iyileştirdiği görülmektedir (Aydın, 2021; Şener, 2021).

Pan ve arkadaşlarının gebeler ve postpartum dönemdeki anneler üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, mindfulness temelli programın doğum sonrası algılanan stresi ve depresyonu azalttığı bulunmuştur (Pan ve ark., 2019). Yang ve arkadaşlarının çalışmasında ise dört haftalık mindfulness eğitiminin ardından gebelerde anksiyete ve depresyonun azaldığı görülmüştür (Yang ve ark., 2022). Yüksek doğum korkusu olan gebeler üzerinde uygulanan başka bir çalışmada mindfulness temelli eğitimin doğum korkusunu azalttığı, doğum sancısını kabulünü arttırdığı sonucuna varılmıştır (Veringa-Skiba ve ark., 2022). Fisher ve arkadaşlarının gebelerle gerçekleştirdikleri çalışmada ise gebelik döneminde mindfulness temelli doğum programına katılan bireylerin, annelik rolüne uyumlarının doğum sonu dönem için daha kolay sağlandığı tespit edilmiştir (Fisher ve ark., 2012). İncelediğimiz tez çalışmasında da gebeler üzerinde mindfulness temelli programın anneliğe geçiş sürecinde olumlu etkisi olduğu bulunmuştur (Körükçü, 2015).

Lin ve arkadaşlarının hemşirelerle yaptıkları çalışmada mindfulness temelli stres azaltma programı uygulanan grupta müdahale sonrası hemşirelerin stresi yönetmelerinde ve dayanıklılıklarının artırılmasında mindfulness programının yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır (Lin ve ark., 2019). Ghawadra ve arkadaşlarının çalışmasında mindfulness temelli eğitimin, hemşirelerin stres, anksiyete, depresyon ve farkındalık düzeyi üzerinde anlamlı bir etki olduğu görülmüştür (Ghawadra ve ark., 2020). Hemşirelerle yapılan bir diğer çalışmada mindfulness uygulamasından sonra hemşirelerin tükenmişlik ve algılanan stres seviyelerinde azalma ve farkındalıklarında artış olduğu ortaya çıkmıştır (Sarazine ve ark., 2021). İncelenen



tez çalışmalarında da hemşirelerle gerçekleştirilen mindfulness temelli yaklaşımların psikolojik dayanaklılık üzerinde etkisi olduğunu bildirmişlerdir (Liman, 2021).

## SONUÇ

Son yıllarda hemşirelik araştırmalarında mindfulness konusuna yönelik ilgi olduğu görülmektedir. Bu araştırmada da mindfulness ile ilgili yapılan tezlerin yarısından fazlasının son 2 yılda yapıldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda incelemeye alınan lisansüstü tezlerde mindfulness kavramına yönelik girişimlerin etkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda hemşirelik alanında mindfulness kavramına yönelik bilgi gereksiniminin saptanması, hemşirelere yeterli bilginin sağlanması, hasta bakımında sahada uygulama için bir alan oluşturulması ve konuya yönelik eğitimlerin sağlanması önerilmektedir. Mindfulness ile ilgili hemşirelik alanında, farklı popülasyonlarda hasta bakımında kanıt düzeyi yüksek, lisansüstü tezlerin ve diğer akademik çalışmaların sayıca arttırılması gerektiği düşünülmektedir.

## Çizelge 2. Hemşirelik Alanında Mindfulness Temelli Yaklaşım Kullanılarak Yapılan Yüksek Lisans Tezlerinin İncelenmesi

Yazarı/Yılı	Amaç	Örneklem Büyüklüğü	Çalışmanın Tasarımı	Sonuç
KAPLAN, S. N., 2022	Bipolar bozukluk tanılı hastalara verilen mindfulness temelli psikoeğitim programının bireylerin algılanan stres ve duygu düzenleme stratejileri düzeylerine etkisini belirlemek	Deney grubu n=35 Kontrol grubu n=36	Ön test-son test, kontrol gruplu yarı deneysel	Mindfulness temelli psikoeğitim programının bireylerin, algılanan stresini azaltmada bilinçli farkındalığını arttırmada ve duygu düzenleme stratejileri üzerinde olumlu etkisi olduğu bulunmuştur.

### Çizelge 3. Hemşirelik Alanında Mindfulness Temelli Yaklaşım Kullanılarak Yapılan Doktora Tezlerinin İncelenmesi

Yazarı/Yılı	Amaç	Örneklem Büyüklüğü	Çalışmanın Tasarımı	Sonuç
KÖRÜKCÜ Ö., 2015	Meleis'in Geçiş Teorisi'ne göre oluşturulan farkındalık programının preterm erken membran rüptürü olan gebelerde anneliğe geçiş sürecine etkisini belirlemek	Deney grubu n=30 Kontrol grubu n=30	Ön test son test, vaka-kontrol müdahale çalışması	Meleis'in Geçiş Teorisi'ne dayalı oluşturulan farkındalık temelli uygulamaların deney grubunda müdahale sonrasına göre gebeliğin kabulü, doğum eylemine hazır olma düzeyi ve annelik rolünün kabulünde artış olduğu görülmüştür.
YILMAZ E., 2016	Farkındalık temelli psikososyal beceri eğitiminin şizofreni hastalarında içgörü düzeyine ve işlevsel iyileşmeye etkisini belirlemek	Deney grubu n=21 Kontrol grubu n=24	Ön test-son test, yarı deneysel	Farkındalık temelli psikososyal beceri eğitimi sonrasında eğitimin, deney grubunda olan şizofreni hastalarının içgörü düzeyinin ve işlevsel iyileşmelerinin artmasında etkili olduğu görülmüştür.
ÇETİN N., 2017	Şizofreni hastalarının farkındalık temelli oluşturulan psikoeğitim programının ilaç uyumu ve iç görü üzerine etkisini belirlemek	Deney grubu n=55 Kontrol grubu n=80	Öntest- sontest kontrol gruplu gerçek deneme modeli	Şizofreni hastalarının farkındalık temelli oluşturulan psikoeğitim programı sonucunda programın, bilişsel iç görü düzeyinin ve tıbbi tedaviye uyumlarının artmasında etkili olduğu görülmüştür.
ERSÖĞÜTÇÜ F., 2019	Pilates destekli kabul ve kararlılık (ACT) temelli farkındalık eğitiminin, madde kullanım bozukluğu tanılı bireylerde sosyal işlevsellik ve benlik saygısı üzerine etkisini belirlemek	Deney grubu n=31 Kontrol grubu n=48	Ön test-son test kontrol gruplu, izlem ölçümlü yarı deneysel	Madde kullanım bozukluğu olan bireylerde pilates destekli kabul ve kararlılık temelli farkındalık eğitiminin sosyal işlevselliği olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır.
BAYIR B., 2019	Öz yeterlilik kuramına dayalı farkındalık temelli eğitimin madde kullanım bozukluğu olan kişilerde öz yeterlilik algısına etkisini belirlemek	Deney grubu n=56 Kontrol grubu n=56	Ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli	Madde kullanım bozukluğu olan kişilerde farkındalık temelli eğitim sonrası bireylerin davranış sürdürmesi, davranışı tamamlaması ve engellerle mücadele ile ilgili durumlarda öz yeterlilik algılarının arttığı bulunmuştur.
KENDİRKIRAN G., 2020	Lise öğrencilerinde bilinçli farkındalık müdahalesinin beden imgesi ve yeme alışkanlığı üzerine etkisini değerlendirmek	Deney grubu n= 30 Kontrol grubu n= 30	Randomize kontrol gruplu, deneysel çalışma	Lise öğrencilerinde bilinçli farkındalık girişiminin yeme alışkanlıkları, beden imgesi baş etme stratejileri ve bedeni beğenme üzerinde olumlu etkisi olduğu saptanmıştır.
KARADAŞ C., 2020	Bilinçli farkındalık uygulamasının akut miyokard infarktüsü geçiren kişilerde hareket korkusu, yorgunluk ve yaşam kalitesine etkisini değerlendirmek	Deney grubu n=28 Kontrol grubu n=28	Randomize kontrollü deneysel çalışma	Bilinçli farkındalık uygulamasının akut miyokard infarktüsü sonrası uygulanmasının, bireylerin hareket korkularının azaltılmasında etkili olduğu ve yaşam kaliteleri üzerinde olumlu etkisi olduğu bulunmuştur.

### Çizelge 3. (devam) Hemşirelik Alanında Mindfulness Temelli Yaklaşım Kullanılarak Yapılan Doktora Tezlerinin İncelenmesi

Yazarı/Yılı	Amaç	Örneklem Büyüklüğü	Çalışmanın Tasarımı	Sonuç
ÖZDEMİR A., 2020	Bilinçli farkındalık temelli stres azaltma eğitiminin (MBSR), şizofreni tanısı olan bireylerde umut, işlevsel iyileşme ve psikolojik iyi oluşa etkisini belirlemek	Psikoeğitim Grubu n=41 Farkındalık grubu n=40 Kontrol grubu n=56	Ön test son test kontrol gruplu yarı deneme modeli	Bilinçli farkındalık temelli stres azaltma eğitiminin (MBSR), şizofreni tanısı olan bireylerde umut, işlevsel iyileşme ve psikolojik iyi oluş düzeyini arttırmada diğer gruplara göre daha etkili olduğu saptanmıştır.
AYDİN Ş., 2021	Farkındalık temelli stres azaltma eğitiminin (MBSR), menopoz dönemindeki kadınlarda umutsuzluk, anksiyete, depresyon düzeyine etkisini belirlemek	Deney grubu n=50 Kontrol grubu n=50	Ön test-son test kontrol gruplu deneysel	Farkındalık temelli stres azaltma eğitiminin (MBSR), menopoz dönemindeki kadınlarda, umutsuzluk, anksiyete ve depresyon düzeyini azaltmada etkili olduğu saptanmıştır.
MEHEL TUTUK S.P., 2021	Farkındalık temelli psikoeğitim programının madde kullanım bozukluğu olan kişilerde madde kullanma eğilimi ve içselleştirilmiş damgalanma üzerine etkisini belirlemek	Deney grubu n=50 Kontrol grubu n=50	Ön test-son test kontrol gruplu deneysel	Madde kullanım bozukluğu olan kişilerde farkındalık temelli psikoeğitim programının madde kullanma eğilimi ve içselleştirilmiş damgalanmayı azaltmada etkili olduğu tespit edilmiştir.
ŞENER N., 2021	Bilinçli farkındalık stres azaltma programının (MBSR) postmenopozal dönemdeki kadınlarda yaşam kalitesi ve menopozal yakınmalar üzerine etkisini belirlemek	Deney grubu n=55 Kontrol grubu n=63	Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneme modeli	Postmenopozal dönemdeki kadınlara uygulanan bilinçli farkındalık stres azaltma programının, bireylerde menopozal semptomları azalttığı ve yaşam kalitesini arttırdığı sonucuna varılmıştır.
AKBULUT G., 2021	Hemodiyaliz hastaları üzerinde uygulanan mindfulness temelli bilgilendirici yaklaşımların semptomları yönetmeye ve stresi azaltmaya etkisini belirlemek	Deney grubu n=60 Kontrol grubu n=60	Kontrol gruplu gerçek deneme modeli	Deney grubundaki hemodiyaliz hastalarına mindfulness temelli bilgilendirici yaklaşımların uygulanması sonucunda bireylerin semptom yönetimi ve bilinçli farkındalık düzeyinin arttığı, anksiyete ve algılanan stresin azaldığı bulunmuştur.
LİMAN T., 2021	Mindfulness temelli stres azaltma girişiminin, çocuk hemşirelerinin psikolojik dayanıklılıkları üzerine etkisini değerlendirmek	Deney grubu n=15 Kontrol grubu n=14	Randomize kontrol gruplu, deneysel araştırma	Mindfulness temelli stres azaltma girişiminin, çocuk hemşirelerinin psikolojik dayanıklılığı arttırmada etkili olduğu tespit edilmiştir.
DAĞ İ., 2022	Obez ergenlere verilen mindfulness temelli stres azaltma eğitiminin	Deney grubu n=45 Kontrol grubu n=48	Ön test-son test kontrol gruplu, deneysel çalışma	Mindfulness temelli stres azaltma eğitiminin obez ergenlerin depresyon düzeylerini azaltmada ve yeme davranışlarını olumlu yönde değiştirmede etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

deperasyon ve yeme davranışları  
üzerine etkisini belirlemek

### Çizelge 3. (devam) Hemşirelik Alanında Mindfulness Temelli Yaklaşım Kullanılarak Yapılan Doktora Tezlerinin İncelenmesi

Yazarı/Yılı	Amaç	Örneklem Büyüklüğü	Çalışmanın Tasarımı	Sonuç
KABATAŞ YILDIZ M., 2022	Mindfulness temelli stres azaltma programının yaşlılar üzerinde geriatrik depresyon ve algılanan stres düzeyine etkisini belirlemek	Deney grubu n=24 Kontrol grubu n=24	Ön test - son test kontrol gruplu, randomize kontrollü deneysel	MBSR programının yaşlı bireylerin algıladıkları geriatrik depresyon ve stres düzeylerini azalttığı, programdan bir ay sonrasında için de bu etkinin korunduğu tespit edilmiştir.
ALAGÖZ E., 2022	Mindfulness temelli stres azaltma programının hemşirelik öğrencilerinin bilişsel duygu düzenleme stratejileri ve algılanan stres düzeyine etkisini belirlemek	Deney grubu n=22 Kontrol grubu n=23	Ön test, son test izlemleri randomize kontrollü deneysel	Mindfulness temelli stres azaltma programının öğrenciler üzerinde algılanan stres düzeyinde azalmaya ve bilişsel duygu düzenleme stratejilerine olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Akbulut, G. (2021). *Bilinçli Farkındalık Temelli Bilgilendirici Yaklaşımların Hemodiyaliz Hastalarında Stresi Azaltmaya ve Semptomları Yönetmeye Etkisi*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Alagöz, E. (2022). *Bilinçli-Farkındalık Temelli Stres Azaltma Programının Hemşirelik Öğrencilerinin Stres Düzeyi ve Duygu Düzenlemesine Etkisi*, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Atalay, Z. (2018). *Mindfulness: şimdi ve burada bilinçli farkındalık*. Psikonet Yayınları.
- Atia, M. M., & Sallam, L. E. (2020). The effectiveness of mindfulness training techniques on stress anxiety and depression of depressed patient. *Am J Nurs*, 8(1), 103-113.
- Aydın, Ş. (2021). *Menopoz Dönemindeki Kadınlara Verilen Farkındalık Temelli Stres Azaltma Eğitiminin Anksiyete, Depresyon ve Umutsuzluğa Etkisi*, Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Bayır, B. (2019). *Madde Kullanım Bozukluğu Olan Bireylere Öz-Yeterlilik Kuramına Göre Verilen Farkındalık Temelli Eğitimin Öz-Yeterlilik Algısına Etkisi*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.,
- Böge, K., Hahne, I., Bergmann, N., Wingefeld, K., Zierhut, M., Thomas, N., ... & Hahn, E. (2021). Mindfulness-based group therapy for in-patients with schizophrenia spectrum disorders—Feasibility, acceptability, and preliminary outcomes of a rater-blinded randomized controlled trial. *Schizophrenia research*, 228, 134-144.
- Brady, S., O'Connor, N., Burgermeister, D., & Hanson, P. (2012). The impact of mindfulness meditation in promoting a culture of safety on an acute psychiatric unit. *Perspectives in psychiatric care*, 48(3), 129–137. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6163.2011.00315.x>
- Chambers, R., Gullone, E., & Allen, N. B. (2009). Mindful emotion regulation: An integrative review. *Clinical psychology review*, 29(6), 560–572. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2009.06.005>
- Chien, Wai Tong; Lee, Isabella Y. M. (2013). *The Mindfulness-Based Psychoeducation Program for Chinese Patients With Schizophrenia*. *Psychiatric Services*, 64(4), 376–379. doi:10.1176/appi.ps.002092012
- Chmielewski, J., Łoś, K., Łuczyński, W. (2021). Mindfulness in healthcare professionals and medical education. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 34(1), 1-14. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01542>
- Çetin, N. (2017). *Farkındalık Temelli Psikoeğitimin Şizofreni Hastalarının İlgörü ve İlaç Uyumuna Etkisi*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Dağ, İ., (2022). *Obez Ergenlere Verilen Farkındalık Temelli Stres Azaltma Eğitiminin Yeme Davranışları ve Depresyona Etkisi*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Demir, V. & Demir, A. (2018). Üniversite Öğrencilerinde Stres Azaltmaya Yönelik Bir Program: Bilinçli Farkındalık. *Eğitim Ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori Ve Uygulama*, 9 (17), 55-78. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/eibd/issue/38615/447984>

Dos Santos, T. M., Kozasa, E. H., Carmagnani, I. S., Tanaka, L. H., Lacerda, S. S., & Nogueira-Martins, L. A. (2016). Positive effects of a stress reduction program based on mindfulness meditation in Brazilian nursing professionals: Qualitative and quantitative evaluation. *Explore, 12*(2), 90-99.

Ersöğütçü, F. (2019). *Madde Kullanım Bozukluğu Tanısı Almış Bireylerde Pilates Destekli Kabul ve Kararlılık (ACT) Temelli Farkındalık Eğitiminin Benlik Saygısı ve Sosyal İşlevsellik Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Fisher C, Hauck Y, Byrne J. (2012). Participant experiences of mindfulness-based childbirth education: a qualitative study. *BMC Pregnancy and Childbirth, 12*:126

Ghawadra, S. F., Lim Abdullah, K., Choo, W. Y., Danaee, M., & Phang, C. K. (2020). The effect of mindfulness-based training on stress, anxiety, depression and job satisfaction among ward nurses: A randomized control trial. *Journal of nursing management, 28*(5), 1088–1097. <https://doi.org/10.1111/jonm.13049>

Gotink, R. A., Meijboom, R., Vernooij, M. W., Smits, M., & Hunink, M. G. (2016). 8-week Mindfulness Based Stress Reduction induces brain changes similar to traditional long-term meditation practice - A systematic review. *Brain and cognition, 108*, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2016.07.001>

Hoge, E. A., Bui, E., Marques, L., Metcalf, C. A., Morris, L. K., Robinaugh, D. J., Worthington, J. J., Pollack, M. H., & Simon, N. M. (2013). Randomized controlled trial of mindfulness meditation for generalized anxiety disorder: effects on anxiety and stress reactivity. *The Journal of clinical psychiatry, 74*(8), 786–792. <https://doi.org/10.4088/JCP.12m08083>

Janssen, M., Heerkens, Y., Kuijer, W., van der Heijden, B., & Engels, J. (2018). Effects of Mindfulness-Based Stress Reduction on employees' mental health: A systematic review. *PloS one, 13*(1), e0191332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191332>

Kabataş Yıldız, M. (2022). *Bilinçli Farkındalık Temelli Stres Azaltma Programının Yaşlılarda Algılanan Stres ve Geriatrik Depresyon Düzeyine Etkisi*, Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based stress reduction (MBSR). *Constructivism in the Human Sciences, 8*(2), 73.

Kabat-Zinn, J. (2013). Full catastrophe living, revised edition: how to cope with stress, pain and illness using mindfulness meditation. Hachette uK.

Kabat-Zinn, J. (2015). Mindfulness. *Mindfulness, 6*(6), 1481-1483.

Kaplan, S. (2022). *Bilinçli Farkındalık Temelli Psikoeğitim Programının Bipolar Bozukluk Tanılı Hastaların Algılanan Stres Düzeyi ve Duygu Düzenleme Stratejilerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

Karaçam, Z. (2013). Sistematiik derleme metodolojisi: Sistematiik derleme hazırlamak için bir rehber. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 6*(1), 26-33.

Karadaş, C. (2020). *Akut Miyokard İnfarktüsü Sonrası Uygulanan Bilinçli Farkındalık Temelli Gevşeme Uygulamasının Yaşam Kalitesi, Yorgunluk ve Hareket Korkusuna Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Kendirkıran, G. (2020). *Bilinçli Farkındalık Girişiminin Lise Öğrencilerinde Yeme Alışkanlığı ve Beden İmgesi Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Khoury, B., Sharma, M., Rush, S. E., & Fournier, C. (2015). Mindfulness-based stress reduction for healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of psychosomatic research*, 78(6), 519-528.

Körükçü, Ö. (2015). *Preterm Erken Membran Ruptürü Olan Gebelerde Meleis'in Geçiş Teorisine Göre Yapılandırılmış Farkındalık Programının Anneliğe Geçiş Sürecine Etkisi*, Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.

Liman, T. (2021). *Bilinçli Farkındalık Temelli Stres Azaltma Girişiminin Çocuk Hemşirelerinin Psikolojik Dayanıklılığı Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Lin, L., He, G., Yan, J., Gu, C., & Xie, J. (2019). The Effects of a Modified Mindfulness-Based Stress Reduction Program for Nurses: A Randomized Controlled Trial. *Workplace health & safety*, 67(3), 111–122. <https://doi.org/10.1177/2165079918801633>

Mehel Tutuk, S.P. (2021). *Madde Kullanım Bozukluğu Olan Bireylerde Farkındalık Temelli Psikoeğitimin İçselleştirilmiş Damgalanma ve Madde Kullanma Eğilimine Etkisi*, Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Özdemir, A. (2020). *Şizofreni Hastalarında Bilinçli Farkındalık Temelli Stres Azaltma Eğitiminin Umut, Psikolojik İyi Oluş ve İşlevsel İyileşmeye Etkisi*, Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Pan, W. L., Chang, C. W., Chen, S. M., & Gau, M. L. (2019). Assessing the effectiveness of mindfulness-based programs on mental health during pregnancy and early motherhood - a randomized control trial. *BMC pregnancy and childbirth*, 19(1), 346.

Saban, K. L., & Janusek, L. (2021). Mindfulness and Health: The Nursing Science Bridge. *Western journal of nursing research*, 43(3), 207–209. <https://doi.org/10.1177/0193945920973748>

Sarazine, J., Heitschmidt, M., Vondracek, H., Sarris, S., Marcinkowski, N., & Kleinpell, R. (2021). Mindfulness workshops effects on nurses' burnout, stress, and mindfulness skills. *Holistic Nursing Practice*, 35(1), 10-18.

Sheng, J. L., Yan, Y., Yang, X. H., Yuan, T. F., & Cui, D. H. (2019). The effects of Mindfulness Meditation on hallucination and delusion in severe schizophrenia patients with more than 20 years' medical history. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 25(1), 147.

Spadaro, K. C., & Hunker, D. F. (2016). Exploring The effects Of An online asynchronous mindfulness meditation intervention with nursing students On Stress, mood, And Cognition: A descriptive study. *Nurse education today*, 39, 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.02.006>

Spadaro, K. C., Davis, K. K., Sereika, S. M., Gibbs, B. B., Jakicic, J. M., & Cohen, S. M. (2017). Effect of mindfulness meditation on short-term weight loss and eating behaviors in



overweight and obese adults: A randomized controlled trial. *Journal of complementary & integrative medicine*, 15(2), /j/jcim.2018.15.issue-2/jcim-2016-0048/jcim-2016-0048.xml. <https://doi.org/10.1515/jcim-2016-0048>

Stinson, C., Curl, E. D., Hale, G., Knight, S., Pipkins, C., Hall, I., ... & Wright, C. (2020). Mindfulness meditation and anxiety in nursing students. *Nursing Education Perspectives*, 41(4), 244-245.

Şener, N. (2021). *Postmenopozal Dönemdeki Kadınlara Uygulanan Bilinçli Farkındalık Stres Azaltma Programının Menopozal Yakınmalar ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Valikhani, A., Kashani, V. O., Rahmanian, M., Sattarian, R., Rahmati Kankat, L., & Mills, P. J. (2020). Examining the mediating role of perceived stress in the relationship between mindfulness and quality of life and mental health: testing the mindfulness stress buffering model. *Anxiety, stress, and coping*, 33(3), 311–325. <https://doi.org/10.1080/10615806.2020.1723006>

Veringa-Skiba, I. K., de Bruin, E. I., van Steensel, F. J. A., & Bögels, S. M. (2022). Fear of childbirth, nonurgent obstetric interventions, and newborn outcomes: A randomized controlled trial comparing mindfulness-based childbirth and parenting with enhanced care as usual. *Birth (Berkeley, Calif.)*, 49(1), 40–51. <https://doi.org/10.1111/birt.12571>

Wong, C., Yip, B. H. K., Gao, T., Lam, K. Y. Y., Woo, D. M. S., Yip, A. L. K., ... & Wong, S. Y. S. (2018). Mindfulness-based stress reduction (MBSR) or psychoeducation for the reduction of menopausal symptoms: A randomized, controlled clinical trial. *Scientific reports*, 8(1), 6609.

Xiao, C., Mou, C., & Zhou, X. (2019). Effect of mindfulness meditation training on anxiety, depression and sleep quality in perimenopausal women. *Nan Fang yi ke da xue xue bao= Journal of Southern Medical University*, 39(8), 998-1002.

Yang, M., Zhou, X., Ye, C., Li, J., Sun, S., & Yu, X. (2022). Emphasizing mindfulness training in acceptance relieves anxiety and depression during pregnancy. *Psychiatry research*, 312, 114540. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2022.114540>

Yılmaz, E. (2016). *Şizofreni Hastalarında Farkındalık Temelli Psikososyal Beceri Eğitiminin İşlevsel İyileşme ve İçgörü Düzeyine Etkisi*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Yüksel, A., & Yılmaz, E. B. (2020). The effects of group mindfulness-based cognitive therapy in nursing students: A quasi-experimental study. *Nurse education today*, 85, 104268.

## **EXERCISE APPROACHES AFTER ANKLE MICROTRAUMA IN ATHLETES: A SYSTEMATIC REVIEW**

**Öğr. Gör. MUHAMMED YILDIZ<sup>1\*</sup>, Doç. Dr. MEHMET ÇEBİ<sup>2</sup>**

<sup>1\*</sup> Artvin Çoruh University, Vocational School of Health Services, 10000-0002-6639-970X

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs University, Yaşar Doğu Faculty of Sport Sciences, 0000-0002-4055-728X

### **ABSTRACT**

Injuries can occur suddenly or as a result of a strong external factor. Some functional losses occur in the anatomical structures where traumatic situations occur, and as a result, recovery begins in the rehabilitation process. These types of injuries are more common in athletes. Injuries can be more common in athletes than in sedentary individuals due to the need for sudden and powerful movement parameters and high levels of balance and strength. Among these injuries, one of the most structurally affected joints is the ankle. Ankle sprains, i.e. microtrauma symptoms, may be present. In this study, the anatomical structure of the ankle, which has a high probability of injury due to its anatomical structure, includes the examination of the treatment studies followed as a result of micro-traumatic conditions in athletes. The keywords ankle sprain, exercise, rehabilitation, micro trauma were searched in Medline, Pubmed and Web of Science databases for a systematic review of the relevant literature according to the general screening model. In the study, it is seen that exercise exercises after traumatic situations have effects. It is also seen that people who do not do sports have more injuries compared to those who do sports. Performing the exercises created in the rehabilitation process before the injury in ankle traumas such as sprains is a situation that reduces the possibility of traumatic situations. With this study, it was concluded that athletes should have dense and strong structures and that proprioceptive exercises that can increase ankle stability, dynamic and static balance-based exercises regardless of the branch of athletes will positively affect development and improve strength balance in order to reduce the possibility of injury. The similarities between this study and clinical and randomized controlled studies were also examined. As a result, ankle injuries especially in athletes need special exercises for protection due to its anatomical structure. With this study, the effects of the exercises applied to athletes are examined.

**Keywords:** Ankle, trauma, injury, rehabilitation, sport

## 1. INTRODUCTION

The ankle is a region prone to injuries due to its complex structure. Ligaments in the ankle are important structures that position the structures that make up the joint and also limit the forceful movements of the joint. On the other hand, when the joint is subjected to excessive bending, rotation and rolling, the ligaments are overstretched and thus ankle sprains occur (Bakken et al., 2018).

Synthesis sprains caused by forced external rotation of the ankle or internal rotation of the tibia with the sole of the foot on the ground, inversion-dorsiflexion sprains and plantar flexion-inversion sprains during landing are the most common sprains encountered clinically.

According to National Collegiate Athletic Association (NCAA) surveys conducted between 2009 and 2015, this type of sprain is the most commonly diagnosed type, accounting for around 8% of all sports injuries, and is most common in men's basketball (Baker et al., 2018). The study also reported that the most common injury mechanism was player contact.

"Exercise is physical activity that is planned, programmed, repeated and purposeful for the development or maintenance of one or more components of physical fitness" (Tropp et al., 1985). In accordance with this definition, it is frequently used for therapeutic purposes. It is known that tissue loading through movement and exercise has an effective role in healing (Besomi et al., 2020)(Bakken et al., 2018).

It has been observed that therapeutic exercise in ankle sprains not only improves the functions of individuals, but also prevents recurrence of the injury and it has been reported that exercises should be started as soon as possible after the injury (Forogh et al., 2019)(Eliakim et al., 2019). Thus, it becomes clear that therapeutic exercise plays a critical role in ankle sprains in terms of return to sports and prevention of recurrent traumas, therapeutic efficacy and reduction of treatment costs.

In this study, it was aimed to investigate and compare the effects of exercise programs applied in individuals with ankle sprains and to examine the parameters by which exercise can be evaluated. Thus, the relationship between exercise and a frequently recurrent injury such as ankle sprain will be revealed more systematically.

## 2. METHODS

Studies with participants over 20 years of age with ankle injury were reviewed. The keywords ankle sprain, exercise, rehabilitation, micro trauma were searched in Medline, Pubmed and Web of Science databases for a systematic review of the relevant literature according to the general screening model. In the study, it is seen that exercise exercises after traumatic situations have effects. It is also seen that people who do not do sports have more injuries compared to those

who do sports. Performing the exercises created in the rehabilitation process before the injury in ankle traumas such as sprains is a situation that reduces the possibility of traumatic situations. Ten articles that emerged with these keywords and met the selection criteria were included in the study. The screening process for these selection criteria is shown in Table 1 below.

### 3. RESULTS

**Table 1. Analysis of included studies**

Kim et al., (2010)	To compare the effects of in-water and land exercises after acute ankle sprain.	The researchers said that in-water exercises can be used at the beginning of a rehabilitation program and emphasized their usefulness for a quick return to sport compared to standard ground exercises.
Janssen et al., (2014)	To compare the superiority of neuromuscular exercise, bracing or combined application in the frequency of recurrences of ankle sprains.	The researchers concluded that orthoses used during sports activities for 12 months were more effective than neuromuscular exercise alone and that the use of orthoses in athletes should be spread over a longer period of time.
Punt et al., (2017)	To compare the temporal-spatial parameters and kinematic parameters of gait in individuals with ankle sprain who received Wii Fit™ exercise therapy with conventional therapy and control group.	It has been reported that Wii Fit exercises performed at home without supervision may be an alternative rehabilitation option for grade 1 and 2 sprains, but no superiority was found compared to treatment or control groups.
Lazarou et al., (2018)	To compare two different proprioceptive training programs (PNF and balance) in individuals with ankle sprain.	As a result of the study, the researchers stated that both PNF and balance groups gave significantly positive results. It was emphasized that the balance group also had positive aspects for the pain parameter.
Cleland et al., (2013)	Comparison of the efficacy of manual therapy + exercise in individuals with ankle sprain with individuals who only exercise at home.	Compared to home exercises, the combination of manual therapy + exercise has been reported to have a

		greater effect on pain and function in both the long and short term.
Zouita et al., (2013)	To examine isokinetic strength and postural oscillations of rehabilitation through proprioceptive exercises in athletes with ankle sprain	Proprioceptive exercises can effectively stabilize an unstable joint. However, it is not known whether a period of 8 weeks leads to maximum efficiency. In addition, it is not known how long the efficiency achieved will last.
Tully et al., (2012)	To compare various parameters of gait after ankle sprain in exercise, standard and control groups.	This is the first study to objectively evaluate the gait pattern after ankle sprains. For this reason, it has also been a pioneer in creating a gait prescription after sprain. Additional research is needed to maximize the effects of mechano transduction.
Punt et al., (2016)	To compare the effectiveness of Wii Fit™ exercises in ankle sprains with physical therapy methods and control group.	Wii Fit can be used for therapeutic purposes in individuals with ankle sprains. However, it was not found to be more effective compared to other groups. Therefore, there is no need to resort to costly treatment methods for ankle sprains.
Ismail et al., (2010)	To investigate the effect of plyometric training and resistance exercises on muscle strength and function in ankle sprains.	Although researchers argue for the superiority of plyometric training, both plyometric and resistance exercises can be used to improve muscle strength after ankle sprains.
Salim et al., (2018)	To investigate the effects of a programmed physiotherapy program on pain and isokinetic strength in individuals with ankle sprain.	Although the applied program increased dorsi flexion, plantar flexion, inversion and eversion strength, the results were not significant. Therefore, POLICE, flexibility and balance exercises have proven to be useful in pain management.

		It also has the advantage of being short-term (1 week) and inexpensive.
--	--	---

#### 4. DISCUSSION

In the articles reviewed in this study, therapeutic exercises were evaluated on parameters such as pain, swelling, range of motion, stability, unipedal stance, gait parameters, physical activity level, toe rise, jump performance, ankle function (activities of daily living), energy expenditure, duration of activity, isokinetic strength, reaction time, test completion time and risk of recurrent injury. When looking at all these parameters, it is possible to see many effects of exercise. When the included studies were examined, it was seen that the authors evaluated the results of exercise from different aspects. Sometimes a comparison was made between exercises and in-water exercise was found to be superior to land exercise (Kim et al., 2010), another comparison was made using plyometric and resistance exercises and it was stated that both exercises had a positive effect on the parameters evaluated in the study, and plyometric exercises gave better results (Ismail et al., 2010). In some studies, technologies such as Wii Fit were utilized and it was stated that the use of new technologies could be an alternative rehabilitation option, although no superiority was found compared to treatment or control groups (Punt et al., 2017). In another study using the Wii Fit system, both exercise (Wii Fit) and other treatments provided significant results, but the Wii Fit system was not superior and was said to be costly (Punt et al., 2017). In a study comparing balance and PNF exercises, although positive results were observed, no superiority was found between the exercises (Lazarou et al., 2018). In another study in which balance and range of motion exercises were applied, it was found that the exercises reduced pain and improved isokinetic strength (Mohd Salim et al., 2018). The effectiveness of orthosis use after sprain was found to be superior to exercises in the acute period (Janssen et al., 2014).

Therapeutic exercise following ankle sprains appears to improve neuromuscular control and have a positive effect on the patient after injury. The authors of these studies have argued that further research should be conducted to see what the effects of the exercises will be in the long term. When the literature was reviewed, it was understood that there were very few studies in which the therapeutic properties of exercise were used after sprain.

In this systematic review, it was concluded that sedentary individuals were subjected to researches more than athletes, therefore, more researches especially on athlete injuries should

be included. It is also thought that the long-term results of the exercises should be included in the studies.

## REFERENCES

- Baker, R. L., Souza, R. B., Rauh, M. J., Fredericson, M., & Rosenthal, M. D. (2018). Differences in Knee and Hip Adduction and Hip Muscle Activation in Runners With and Without Iliotibial Band Syndrome. *PM and R, 10*(10), 1032–1039. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.04.004>
- Bakken, A., Targett, S., Bere, T., Eirale, C., Farooq, A., Mosler, A. B., Tol, J. L., Whiteley, R., Khan, K. M., & Bahr, R. (2018). Muscle Strength Is a Poor Screening Test for Predicting Lower Extremity Injuries in Professional Male Soccer Players: A 2-Year Prospective Cohort Study. *American Journal of Sports Medicine, 46*(6), 1481–1491. <https://doi.org/10.1177/0363546518756028>
- Besomi, M., Maclachlan, L., Mellor, R., Vicenzino, B., & Hodges, P. W. (2020). Tensor Fascia Latae Muscle Structure and Activation in Individuals With Lower Limb Musculoskeletal Conditions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine, 50*(5), 965–985. <https://doi.org/10.1007/S40279-019-01251-1>
- Eliakim, A., Falk, B., Armstrong, N., Baptista, F., Behm, D. G., Dror, N., Faigenbaum, A. D., Janz, K. F., Jürimäe, J., McGowan, A. L., Nemet, D., Pianosi, P. T., Pontifex, M. B., Radom-Aizik, S., Rowland, T., & Rowlands, A. V. (2019). Expert’s choice: 2018’s most exciting research in the field of pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science, 31*(1), 1–27. <https://doi.org/10.1123/PES.2019-0010>
- Forogh, B., Aslanpour, H., Fallah, E., Babaei-Ghazani, A., & Ebadi, S. (2019). Adding high-frequency transcutaneous electrical nerve stimulation to the first phase of post anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation does not improve pain and function in young male athletes more than exercise alone: a randomized single-blind clinical trial. *Disability and Rehabilitation, 41*(5), 514–522. <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1399294>
- Ismail, M. M., Ibrahim, M. M., Youssef, E. F., & El Shorbagy, K. M. (2010). Plyometric training versus resistive exercises after acute lateral ankle sprain. *Foot & Ankle International, 31*(6), 523–530. <https://doi.org/10.3113/FAI.2010.0523>
- Janssen, K. W., Van Mechelen, W., & Verhagen, E. A. L. M. (2014). Bracing superior to

neuromuscular training for the prevention of self-reported recurrent ankle sprains: a three-arm randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1235–1239.

<https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2013-092947>

Kim, E., Kim, T., Kang, H., Lee, J., & Childers, M. K. (2010). Aquatic versus land-based exercises as early functional rehabilitation for elite athletes with acute lower extremity ligament injury: a pilot study. *PM & R : The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 2(8), 703–712. <https://doi.org/10.1016/J.PMRJ.2010.03.012>

Lazarou, L., Kofotolis, N., Pafis, G., & Kellis, E. (2018). Effects of two proprioceptive training programs on ankle range of motion, pain, functional and balance performance in individuals with ankle sprain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 31(3), 437–446. <https://doi.org/10.3233/BMR-170836>

Mohd Salim, N. S., Umar, M. A., & Shaharudin, S. (2018). Effects of the standard physiotherapy programme on pain and isokinetic ankle strength in individuals with grade I ankle sprain. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 13(6), 576–581. <https://doi.org/10.1016/J.JTUMED.2018.10.007>

Punt, I. M., Armand, S., Ziltener, J. L., & Allet, L. (2017). Effect of Wii Fit™ exercise therapy on gait parameters in ankle sprain patients: A randomized controlled trial. *Gait & Posture*, 58, 52–58. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2017.06.284>

Tropp, H., Askling, C., & Gillquist, J. (1985). Prevention of ankle sprains. *The American Journal of Sports Medicine*, 13(4), 259–262. <https://doi.org/10.1177/036354658501300408>



## FUTBOLCULARDA DİZ YARALANMALARINDA ÖN ÇAPRAZ BAĞIN ETKİLENMESİNİ AZALTAN ANTRENMAN YÖNTEMLERİ: SİSTEMATİK DERLEME

Öğr. Gör. MUHAMMED YILDIZ<sup>1\*</sup>, Doç. Dr. MEHMET ÇEBİ<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> \*Sorumlu yazar : Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
- 0000-0002-6639-970X

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, - 0000-0002-4055-728X

### ÖZET

Spor branşlarının kendine özgü sık görülen yaralanma durumları olmaktadır. Bunlar spor branşındaki sık kullanılan anatomik yapılardan kaynaklı olabilir. Ayrıca spor müsabakasında yüksek şiddette kuvvet veya ani hareket gerektiren parametreler gerçekleşmektedir. Bu da yaralanma riskini arttıran bir durumdur özellikle sporcu da anatomik yapılarında bilateral kuvvet dengesizliği varsa yaralanma riski daha da artmaktadır. Futbol branşı gibi alt ekstremitenin yoğun kullanıldığı sporcularda başta diz çevresi anatomik yapılar olmak üzere, kalça ve ayak bileği eklemlerinin çevresindeki yapıların yaralanmaları daha fazla görülmektedir. Bunun nedeni alt ekstremiteler arasındaki kuvvet dengesizliği önemli bir nedendir. Diz çevresine biomekaniksel olarak binen yük, müsabaka esnasında maksimum düzeye çıkmaktadır. Çoğunlukla diz yaralanmaları ön çapraz bağda gerçekleşmektedir. Binen kuvvet dağılımından etkinim oranı daha yüksek yapıdır. Bu çalışmanın amacı literatür de yer alan futbolculardaki ön çapraz bağa uygulanan rehabilitasyon ve egzersizlerin antrenman ile bütüncül olma durumlarının etkileri incelenmektedir. Pubmed, SPORTDiscus, CINAHL, Cochrane Library ve Web of Science veri tabanları taranarak çalışmalar dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen yayınlar futbolcu, rehabilitasyon, egzersiz, diz yaralanmaları anahtar kelimeleri taranarak gerçekleştirildi. Rehabilitasyon süreci için ısınma, core stabilizasyon egzersizleri, denge gibi yöntemler futbol branşına özgü dönüştürülerek yapıldığı görülmektedir. Futbolcular hem antrenmanlarına devam edebilmek hem de rehabilitasyon sürecini devam ettirebilmektedir. Ön çapraz bağ yaralanmalarına neden olan mekanizmalar hedef alan rehabilitasyon belirlendiği gözlemlenmektedir. Diz yaralanmalarında branşa özgü planlanmış egzersizler ve rehabilitasyon süreci hem yaralanmalar sonrası iyileşmeyi hızlandırabilir hem de yaralanma riskini azaltmaktadır.

**Anahtar Kelimeler :** Diz yaralanmaları, futbolcu, egzersiz, rehabilitasyon

## 1. GİRİŞ

Futbol (futbol), dünya çapında 260 milyondan fazla oyuncusuyla en popüler sporlardan biridir. Genel yaralanma insidansının 1000 oyuncu saati başına 6.6 yaralanma olduğu düşünülürse, futbol aynı zamanda yüksek yaralanma riskine maruz kalan bir spordur. Çok sayıda sakatlığa maruz kalmanın sportif başarı şansını azalttığı göz önüne alındığında, sakatlık yönetimi (yani hafifletme ve oyuncu mevcudiyetini en üst düzeye çıkarma) futbol kulüplerindeki en ilgili konulardan biridir (Silvers-Granelli et al., 2015).

Spesifik olarak, daha düşük yaralanma insidans oranları, profesyonel futbolda üstün performans (yani, daha yüksek lig konumu, daha fazla oyun kazanılması, daha fazla gol atılması, daha fazla gol farkı ve toplam puan) ile ilişkilendirilmiştir, yüksek yaralanma yüküne neden olan yaralanmalar (yani, çok sayıda gün kaybı gerektirenler, örneğin bağ burkulmaları ve diz ve ayak bileği eklem yaralanmaları) takım performansını olumsuz etkileme olasılığı daha yüksektir (CHIA et al., 2020).

Takım seviyesinde, yüksek sakatlık olaylarıyla ilişkili performans düşüşü, İngiltere Premier Ligi takımlarında sezon başına ortalama ~50 milyon £ kayba yol açabilir.

Futbolcu için en endişe verici yaralanmalardan biri, travma sonrası erken diz osteoartriti gelişme riskinin artması gibi yıkıcı sonuçları göz önüne alındığında ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmasıdır (Ekstrand et al., 2021).

Ayrıca, profesyonel futbolda, ÖÇB'lerini bozan oyuncuların sadece %60'ı 5 yıl sonra en yüksek seviyede mücadele etti. Ek olarak, futboldaki ÖÇB yaralanmaları ortalama olarak 1000 saatlik maruz kalma başına 29.8 günlük bir yaralanma yüküne neden olur.

Avrupa erkek profesyonel futbolundaki bağ yaralanma oranı 2000'lerde azalmasına rağmen, ÖÇB yaralanma oranı azalma eğilimi göstermedi. Bu nedenle, futbolda ÖÇB yaralanması oranını azaltmayı amaçlayan çabalar (Silvers-Granelli et al., 2015).

Sonuç olarak, bu temassız veya dolaylı temaslı ÖÇB yaralanmaları bu sistematik incelemenin odak noktası olacaktır.

Bu nedenle, gözden geçirme soruları şu şekilde özetlenmiştir: futbolcularda ön çapraz bağ yaralanmalarının insidansını etkili bir şekilde azaltmak ve/veya ön çapraz bağ yaralanmasının değiştirilebilir risk faktörlerini azaltmak için hangi egzersiz stratejileri önerilmiştir? Egzersize dayalı antrenman müdahaleleri futbolcu bağlamında uygulanabilir mi?

## 2. METOD

Sistematik arama CINAHL, Cochrane Library, Pub-med, Scopus, SPORTDiscus (EBSCO) ve Web of Science'da da yapılmıştır. Aşağıdaki arama stratejisi ve anahtar kelimeler kullanıldı ve

potansiyel olarak ilgi çekebilecek girişlerin sayısını sınırlamak için her veritabanına uyarlandı (yani, Scopus, SportDiscus ve CINAHL'de ve Cochrane, Pubmed ve Web'in tüm alanlarında başlık, özet ve anahtar kelimeler): (öçb veya “ön çapraz bağ”) ve (futbol veya futbol\*) ve (müdahale veya program veya program veya antrenman veya modifiye\* veya önleme\* veya azaltma\* veya egzersiz veya düzeltme\*)

### 3. BULGULAR ve SONUÇ

Steffen ve ark. 2008, Düzenli ısınma (koşu ve top egzersizleri) ve nöromusküler kontrol, eksantrik hamstring kuvveti ve çevikliğe odaklanan 10 egzersiz içermektedir (Mueller et al., 2022). Daneshjoo ve ark. 2010, Düzenli saha bazlı ısınma egzersizleri 8 hafta ve haftada 3 ortalama 20/25 dakikalık seanslar yapılmıştır (Daneshjoo et al., 2012).

Silvers-Granelli ve ark. 2015, yavaşlama ve uygun koşma tekniklerini içeren koşu egzersizleri; merkez kuvvet, eksantrik kontrol ve propriyosepsiyona odaklanan kuvvet, plyometrik ve denge egzersizleri içermektedir. 6 hafta, 5/hafta seans süresi 20 dakikadır (Silvers-Granelli et al., 2015).

Grooms et al. 2013, (1) dinamik esneme ve kontrollü tedirginlik içeren koşu egzersizleri; (2) ilerleme ile güç, denge ve atlama-iniş kontrolü; ve (3) kesme manevraları ile daha yüksek tepkileri içeren ve genel bir ısınma yöntemi kullanılmıştır. 6 hafta, haftada 2 kez ve 90 dakikalık seans süresinden oluşmaktadır. 41 Futbolcu, yaş aralığı 20-24' tür. Sezonda da ÖÇB yaralanması olmadı (Grooms et al., 2013).

Sliwowski ve ark. 2015, 24 genç erkek futbolcu 1RM'nin %80'inde 12 üst ve alt vücut egzersizinden oluşan 5 tekrarlı bir set, Setler arasında 5 dakika dinlenme ve 1RM'nin %80'inde 2-3 set 5-7 tekrar yapılmıştır. Dengesizlik durumuna göre o ekstremitenin kas gruplarına ek egzersizler yapılmış. Hiçbir grupta bilateral farklılıklarda değişiklik yok (Śliwowski et al., 2021).

Dos'Santos ve ark. 2019, Futbola özel yeni uygulanan antrenman modülleri uygulanmıştır. 26 erkek futbolcuya kontrol grubuna da düzenli saha ısınma egzersizleri yapılmıştır. Özel antrenman programında yön değişikliği konusunda anlamlı bir fark elde edilmiştir (Dos'Santos et al., 2019).

Krutsch ve ark. 2020, mobilizasyon, core stabilizasyon, bacak stabilizasyonu, sıçrama öncesi ve sonrası egzersiz, çeviklik egzersizlerini içeren gruplar oluşturulmuş. Kontrol grubu standart eğitim programını izlemiştir. Grupların diz yaralanma oranı kontrol grubuna kıyasla azalmıştır

fakat hangi grup belli değildir. ÖÇB yaralanma durumu kontrol grubuna kıyasla anlamlı olmasa da yaralanma ihtimali azalmıştır (Krutsch et al., 2020).

#### 4. TARTIŞMA

Biyomekanik belirleyicilerin ÖÇB yüklerini arttırmadaki katkısının yaygın olarak bilinmesine ve diğer sporlardaki umut verici sonuçlarının bilinmesine rağmen, yalnızca bir çalışma da, ÖÇB yaralanmasının risk faktörlerini azaltmak için bir strateji olarak dâhil etmiştir.

Nörobilişin ÖÇB yaralanmalarında sahip olabileceği etki göz önüne alındığında, futbola özgü nörobilişsel talepler (örneğin, beklenmedik tepki gerektiren parametreler) altında sporcuları değerlendiren açık beceri görevleri, müdahale programlarının etkinliğini değerlendiren tarama testlerine dâhil edilmelidir.

Nörobilişsel ve biyomekaniksel detaylar çalışmaları da dikkat edilecek bir durum da olduklarında yaralanma riskinin azaltılması için önemli bir sürecin tamamlanacağı ifade edilebilir.

#### KAYNAKÇA

Chia, L., De Oliveira Silva, D., McKay, M. J., Sullivan, J., De Azevedo, F. M., & Pappas, E. (2020). Limited support for trunk and hip deficits as risk factors for athletic knee injuries: A systematic review with meta-analysis and best-evidence synthesis. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 50(9), 476–489. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2020.9705>

Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2012). The effects of comprehensive warm-up programs on proprioception, static and dynamic balance on male soccer players. *PLoS One*, 7(12). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0051568>

Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). The Effect of Training Interventions on Change of Direction Biomechanics Associated with Increased Anterior Cruciate Ligament Loading: A Scoping Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(12), 1837–1859. <https://doi.org/10.1007/S40279-019-01171-0>

Ekstrand, J., Spreco, A., Bengtsson, H., & Bahr, R. (2021). Injury rates decreased in men's professional football: an 18-year prospective cohort study of almost 12 000 injuries sustained during 1.8 million hours of play. *British Journal of Sports Medicine*, 55(19), 1084–1091. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2020-103159>

Grooms, D. R., Palmer, T., Onate, J. A., Myer, G. D., & Grindstaff, T. (2013). Soccer-Specific Warm-Up and Lower Extremity Injury Rates in Collegiate Male Soccer Players. *Journal of Athletic Training*, 48(6), 782. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.4.08>

Krutsch, W., Lehmann, J., Jansen, P., Angele, P., Fellner, B., Achenbach, L., Krutsch, V., Nerlich, M., Alt, V., & Loose, O. (2020). Prevention of severe knee injuries in men's elite football by implementing specific training modules. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 28(2), 519–527. <https://doi.org/10.1007/S00167-019-05706-W>

Mueller, S., Mueller, J., Stoll, J., & Mayer, F. (2022). Effect of Six-Week Resistance and Sensorimotor Training on Trunk Strength and Stability in Elite Adolescent Athletes: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Frontiers in Physiology*, 13, 802315. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.802315>

Silvers-Granelli, H., Mandelbaum, B., Adeniji, O., Insler, S., Bizzini, M., Pohlig, R., Junge, A., Snyder-Mackler, L., & Dvorak, J. (2015). Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(11), 2628–2637. <https://doi.org/10.1177/0363546515602009>

Śliwowski, R., Marynowicz, J., Jadczyk, Ł., Grygorowicz, M., Kalinowski, P., & Paillard, T. (2021). The relationships between knee extensors/flexors strength and balance control in elite male soccer players. *PeerJ*, 9. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.12461>

## SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIĞI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

<sup>1</sup>Nuray SATILMIŞ, <sup>2</sup>Pelin AVCI, <sup>3</sup>Akan BAYRAKDAR, <sup>4</sup>Işık BAYRAKTAR

<sup>1</sup>Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi orcid:0000-0002-2086-1436

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Necat Hepkon Spor Bilimleri Fakültesi orcid:0000-0002-9185-4954

<sup>3</sup>Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi orcid:0000-0003-1001-5348

<sup>4</sup>Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi orcid:0000-0002-3217-0253

### ÖZET

Bu araştırma, Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin bazı değişkenler ile sosyal medya bağımlılık düzeylerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma grubunu Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören 140 kadın, 149 erkek toplam 289 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmamızda veri toplama aracı olarak Tutgun Ünal ve Deniz tarafından 2019'da geliştirilen "Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği" kullanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 22 programı kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre; "Duygu Durum Düzenleme" ve "Çatışma" alt boyutlarında cinsiyet değişkeni açısından istatistiksel düzeyde farklılık tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Erkek öğrencilerin "Duygu Durum Düzenleme" ve "Çatışma" alt boyut puan ortalamaları kadın öğrencilerin ortalamalarından yüksektir. "Sosyal Medya Bağımlılık" ölçeği toplam puanlarının ve ölçek alt boyutlarının yaş değişkenine göre istatistiksel düzeyde anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Bölümlere göre yapılan karşılaştırmalarda sosyal medya bağımlılığı ölçeğinin toplam puanı, meşguliyet ve duygu durum düzenleme alt boyutlarında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yaş, bölüm ve cinsiyete göre sosyal medya bağımlılığı ölçek toplam puanı ile alt faktörler arasında ilişki tespit edilememiştir. Ölçek ile alt faktörler arasında ise yüksek düzeyde anlamlı ilişki tespit edilmiştir ( $p<0,001$ ). Sonuç olarak farklı bölümlerde öğrenim gören spor bilimleri öğrencilerinin sosyal medya bağımlılıklarını değerlendirme açısından daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda üniversite öğrencilerinin farklı değişkenler açısından sosyal medya bağımlılığın daha detaylı incelenmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sosyal medya bağımlılığı, internet, bağımlılık, spor, öğrenci.

### A Study on Social Media Addiction of Faculty of Sport Sciences Students

#### ABSTRACT

This research was conducted to examine some variables and social media addiction levels of the students of the Faculty of Sports Sciences. The research group consists of 140 female and 149 male total 289 students studying at Alanya Alaaddin Keykubat University Faculty of Sport Sciences. In our research, the "Social Media Addiction Scale" developed by Tutgun Ünal and Deniz in 2019 was used as a data collection tool. SPSS 22 program was used in the analysis of the data. According to the findings of the research; A statistical difference was found in terms of gender variable in the sub-dimensions of "Emotional Regulation" and "Conflict" ( $p<0.05$ ). The mean scores of the sub-dimensions of "Mood Regulation" and "Conflict" of male students are higher than the averages of female students. It was determined that the total scores of the "Social Media Addiction" scale and the sub-dimensions of the scale were not statistically significant according to the age variable. In the comparisons made according to the departments, a statistically significant difference was found in the total score of the social media addiction scale, the sub-dimensions of occupation and mood regulation ( $p<0.05$ ). No relationship was found between the social media addiction scale total score and sub-factors according to age, department and gender. A highly significant relationship was found between the scale and sub-factors ( $p<0.001$ ). As a result, more studies are needed in terms of evaluating social media addictions of sports science students studying in different departments. At the

same time, it is recommended to examine the social media addiction of university students in more detail in terms of different variables.

**Keywords:** Social media addiction, internet, addiction, sports, student.

## GİRİŞ

Post modern dünyanın yeni iletişim ağı olan sosyal medya, yaşamımızda büyük bir yer teşkil etmektedir. Bireyin sosyalleşmesi ve tüm dünyada yaşanan olaylardan haberdar olmasına imkân sağlamaktadır. Aynı zamanda bireyin organik yollarla yaptığı sorumlulukları yerine getirme, boş zaman geçirme ve aynı zamanda ekonomik anlamda hayatını idame ettirme imkânı sağlayan çeşitli aktiviteler için de kullanılmaktadır. Bu sebeptendir ki sosyal medya kullanımı katlanarak artmış durumdadır. Bu bağlamda, sosyal medya networkü olan bilgisayar ve internetin hayatımızdaki etkin rolü yadsınamaz niteliktedir.

İnternet sayesinde özellikle video, müzik, fotoğraf gibi farklı çeşitlerdeki veri paylaşımlarının anlık gerçekleştirilmesi ve bilgiye ulaşım daha kolay hale gelmiştir. İnternet, aynı anda ve her yerde bulunan bilgisayar ağlarının, fiziksel alandan bağımsız bir şekilde ve milyonlarca kişiyi sanal dünyada birleştirecek nitelikte dev bir ortam oluşturmuştur (Yılmazsoy, 2017). Günümüzde kişiler özellikle interneti daha çok sosyal medyaya girmek için kullanmaktadır. Sosyal medya uygulamalarının sunduğu hizmetler, kullanıcıların albenisini kazanarak bireylerin bu mecrada daha çok zaman ayırmasına imkân sağlamaktadır (Oyman, 2016). Ancak sosyal medyanın kontrol edilemeyecek şekilde ve aşırı kullanıldığında bağımlılığa neden olduğu belirtilmiştir (Young, 2004&Ryan, 2014). Araştırmalarda, kontrol dışı ve aşırı sosyal medya kullanımı bağımlılık ile ilişkilendirilmektedir (Griffiths, 2014; Griffiths, 2013; Van den Eijnden et al, 2016). Sosyal medya kullanım süresi ve sıklığı arttıkça, sosyal medya bağımlılık düzeyinde de bir artış yaşanmaktadır (Balcı, 2018). Bu nedenle, literatür sosyal medya bozukluğu/bağımlılığı davranışsal bir bağımlılık olarak kavramsallaştırmaktadır.

Üniversite öğrencileri tarafından sosyal medya kullanımının hızlı bir artış göstermekte olduğu tespit edilmiştir (Sutherland, 2018). Akyazı ve Ünal (2013)'in üniversite öğrencileri ile yaptığı araştırmada 5 yıldan fazla zamandır sosyal medyayı kullandıklarını tespit etmişlerdir. Koçer (2012)'in yaptığı çalışmada öğrencilerin yüzde 51,1 oranla her gün internet kullandığını ifade etmiştir. (Koçer, 2012). Hangi kitle iletişim aracını kullandıklarını sorulduğu çalışmada öğrencilerin %66.5'i internet kullandıklarını ifade etmiştir (Hazar, 2011). Bireyin sosyal medyayı kontrol edemediği kadar fazla kullanması, sürekli ona gereksinim duyması ve bununla beraber bu durumun günlük yaşamını, çalışma, arkadaş ve aile ortamını olumsuz etkilemesi bağımlılık olarak tanımlanabilmektedir (Zorbaz, 2013).

Sosyal medyayı aşırı kullanan üniversite gençliği hobileri ve boş zaman ve dinlenme faaliyetlerine daha az öncelik vermekte; eş, aile üyeleri arkadaş çevresi ile okul çalışmalarını ihmal etmektedir. Gereğinden fazla ayrılan vakit beraberinde gençlerin çevresiyle ilişkilerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Yine aşırı sosyal medya kullanımı, bireylerde fiziksel sorunların baş göstermesine neden olabilmektedir (Balcı, 2018). Çalışma, spor alanında öğrenim gören üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığını bazı değişkenler açısından incelemek amacıyla yapılmıştır.

## YÖNTEM

### Araştırma Grubu

Bu çalışma; katılımcıların sosyal medya bağımlılıklarını ortaya koymak amacıyla tarama modelinde tasarlanmıştır. Tarama modelleri geçmişte var olan bir durumu var olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımlarıdır (Karasar, 2011). Katılımcılar Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinden oluşturmaktadır. Katılımcıların yüzde 48,4'ü (n=140) kadın, yüzde 51,6'sı (n=149) erkek öğrencidir.

## Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencileri oluşturmuş, örnekleme ise Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi olmak üzere toplamda 289 öğrenciden sağlanan verilerle sınırlıdır.

## Veri Toplama Araçları

**Kişisel Bilgi Formu:** Bu kısımda yaş ve cinsiyet gibi demografik değişkenlerin yanı sıra, katılımcıların sosyal medya kullanımlarına yönelik olarak; günlük sosyal medya kullanım süresi, haftalık sosyal medya kullanım sıklığı, sosyal medya kullanım nedenleri ve sosyal medya kullanım tecrübesini sorgulamaya yönelik sorular bulunmaktadır.

**Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği (SMBÖ):** Araştırmada kullanılan ölçek 2015'te Tutgun Ünal ve Deniz'in geliştirdiği SMBÖ 41 maddeden oluşmaktadır. Üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık seviyelerini ölçmeyi amaçlamıştır. Ölçek 5'li Likert olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen ölçeğin "çatışma, tekrarlama, duygu durum düzenleme ile meşguliyet" isimli dört alt boyutu mevcuttur. Ölçek toplam puan üzerinden değerlendirilmektedir. Ölçme aracı yer alan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 numaralı maddeler "Meşguliyet" (Occupation) boyutu ile ilgili olup, sosyal medyanın kişiyi meşgul etme etkisini ölçmektedir. Ölçme aracı yer alan 13, 14, 15, 16, 17 numaralı maddeler "Duygu Durum Düzenleme" (Mood Modification) boyutu ile ilgili olup, sosyal medyanın kişinin duygularını etkilemesini ölçmektedir. Ölçme aracı yer alan 18, 19, 20, 21, 22 numaralı maddeler "Tekrarlama" (Relapse) boyutu ile ilgili olup, kişinin sosyal medya kullanımını denetim altına alamaması, aynı dozda kullanımının tekrarlamasını ölçmektedir. Ölçme aracı yer alan, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 numaralı maddeler "Çatışma" (Conflict) boyutu ile ilgili olup, sosyal medyanın kişinin hayatında olumsuz sonuçlara yol açmaya etkisini ölçmektedir. Ölçeğin toplamından alınan puan "sosyal medya bağımlılığı" seviyesini belirlemektedir. Bağımlılık seviyesi toplam puan aralıklarına göre ortaya çıkmaktadır. Ayrıca boyutlara ilişkin maddeler kendi arasında toplanarak boyutlardaki bağımlılık seviyesi de yine değerlendirme tablosundaki aralıklara göre belirlenmektedir. Maddelerin tamamı düz puanlanmıştır. Hiçbir Zaman=1, Her Zaman=5 olarak 1-5 arasında ölçekten puan alınabilmektedir. Ölçeğin toplamından alınabilecek en düşük puan 41, en yüksek puan ise 205'tir.

## Veri Toplama Süreci

Araştırmada verilerin toplanması amacı ile Google Form veri tabanı kullanılmıştır. Öğrencilerin ölçek sorularını yanıtlamadan önce ölçek ve çalışma hakkında araştırmacı tarafından açıklayıcı bilgilere yer verilmiş ve kendilerine gönderilen anketleri gereken önemi göstererek doldurup araştırmacıya tekrar göndermeleri istenmiştir.

## Verilerinin İstatistiksel Analizi

Öğrencilerin betimsel istatistiklerinde frekans ve yüzde dağılımları verilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığı basıklık- çarpıklık (skewness- kurtosis)  $\pm 1,5$  testi ile incelenmiştir (Tabachnick and Fidell, 2013). Verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edildikten sonra ikili gurupların analizinde bağımsız örneklem için T testi, üç ve daha fazla gurubun karşılaştırmalı analizlerinde tek yönlü varyans analizi (Anova) testlerinden yararlanılmıştır. Farklılıkların hangi guruplardan kaynaklandığını tespit edebilmek için ise Tukey testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 22.0 programında yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0,05 alınmıştır



## BULGULAR

**Tablo:1 Öğrencilerin Demografik Özelliklerini Gösteren Yüzde ve Frekans Dağılımları**

	Gruplar	F	%
Cinsiyet	Erkek	149	51,6
	Kadın	140	48,4
	Toplam	289	100,0
Bölüm	Antrenörlük	193	66,8
	Beden Eğitimi ve Spor	66	22,8
	Rekreasyon	30	10,4
	Toplam	289	100,0
Yaş	19 yaş ve altı	64	22,1
	20-23 yaş arası	211	73,0
	24 yaş ve üzeri	14	4,8
	Toplam	289	100,0
Sınıf	1.Sınıf	94	32,5
	2.Sınıf	106	36,7
	3.Sınıf	54	18,7
	4.sınıf	35	12,1
	Toplam	289	100,0
Sosyal medya kullanıyor musunuz?	Evet	282	97,6
	Hayır	7	2,4
	Toplam	289	100,0
Sosyal medya uygulamalarından hangilerini kullanıyorsunuz?	Instagram	226	78,2
	Youtube	22	7,6
	Twitter	19	6,6
	Diğer	8	2,8
	Google+	10	3,5
	Facebook	3	1,0
	Linkedin	1	,3
Toplam	289	100,0	
Sosyal medya uygulamalarına hangi cihaz üzerinden erişiyorsunuz?	Sadece mobil cihazlar	226	78,2
	Masa üstü ve mobil cihazlar	61	21,1
	Sadece masa üstü bilgisayar	2	,7
	Toplam	289	100,0
Ne zamandan beri sosyal medyayı kullanıyorsunuz?	7 yıldan fazla	152	52,6
	4-6 yıl arası	94	32,5
	1-3 yıl arası	36	12,5
	1 yıldan az	7	2,4
	Total	289	100,0
Sosyal medyaya günde ne kadar bağlanırsınız?	1 saatten az	19	6,6
	1-3 saat arası	144	49,8
	4-6 saat arası	104	36,0
	7 saatten fazla	22	7,6
	Total	289	100,0

Tablo 1’de çalışmamıza katılan öğrencilerin demografik özelliklerini gösteren yüzde dağılımları ile frekans dağılımları görülmektedir. Öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre %51,6’sı (n=149) erkek, %48,4’ü (n=140) kadındır. Katılımcı öğrencilerin yaş değişkenine göre %22,1’i (n=64) 19 yaş altı, %73’ü (n=211) 20-23 yaş aralığında, %4,8’i (n=14) 24 ve üzeri yaş aralığında olduğu görülmektedir. Okudukları bölüm değişkeninin açısından öğrencilerin %66,8’i (n=1193) antrenörlük bölümü öğrencisi, % 22,8’i (n=66) beden eğitimi bölümü

öğrencisi, %10,4'si (n=30) rekreasyon bölümü öğrencisidir. Sosyal medya kullanıyor musunuz değişkenine %97,6'sı (n=282) evet kullanıyorum cevabını verirken %2,4'ü (n=7) hayır kullanmıyorum cevabını vermiştir. Sosyal medya uygulamalarından %78,2'si (n=226) instagram, %7,6'sı youtube (n=22), %6,6'sı (n=19), %10,5 (n=10) google+, %2,8'i (n=8) diğer, %1'i (n=3) facebook, %0,3'ü (n=1) linkedin i kullanmakta olduğunu ifade etmiştir. Sosyal medya uygulamalarına en fazla erişim sağlanan araç değişkenine göre araştırmaya katılan öğrencilerin %78,2'si (n=226) sadece mobil cihazlar ile, %21,1'i (n=61) masa üstü ve mobil cihazlar ile ve %0,7'si (n=2) sadece masa üstü bilgisayar ile erişim sağladığını belirtmiştir. Öğrencilerin %52,6'sı (n=152) 7 yıldan fazla, %32,5'i (n=94) 4-6 yıl arası, %12,5'i (n=36) 1-3 yıl arası, %2,4'ü (n=7) 1 yıldan az bir süredir sosyal medya kullandığını ve %49,8'i (n=144) 1-3 saat arası, %36'sı (n=104) 4-6 saat arası, %7,6'sı (n=22) 7 saatten fazla, %6,6'sı (n=19) günde 1 saatten az sosyal medyaya bağlandığını belirtmiştir.

**Tablo 2. Katılımcıların SMBÖ Alt Boyutlarından Elde Ettikleri Puanların Ortalama Dağılımları**

Değişkenler	N	$\bar{x}$	S.S.
Meşguliyet		32,20	10,30
Duygu durum düzenleme		12,50	5,05
Tekrarlama	289	10,29	4,74
Çatışma		33,68	14,30
<b>Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği (Toplam)</b>		<b>88,69</b>	<b>29,22</b>

Tablo 2'de öğrencilerin sosyal medya bağımlılığı ölçeğinden (SMBÖ) aldıkları  $\bar{x} = 88,69$  ortalama puanlar dikkate alındığında, sosyal medya bağımlılıklarının az düzeyde olduğu görülmektedir. Öğrencilere uygulanan sosyal medya bağımlılığı ölçeği alt boyutlarına bakıldığında ise öğrencilerin meşguliyet ( $\bar{x} = 32,20$ ) ve duygu durum düzenleme alt boyutunda ( $\bar{x} = 12,50$ ) bağımlılıklarının orta düzeyde olduğu, tekrarlama ( $\bar{x} = 10,29$ ) ve çatışma alt boyutlarında ( $\bar{x} = 33,68$ ) ise az bağımlı düzeyde olduğu görülmektedir.

**Tablo 3. Öğrencilerin Cinsiyet Değişkenine Göre Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği İle Ölçeğin Alt Boyutlarına Ait Anlamlı Farklılığı Gösteren T Test Sonuçları**

Değişkenler	Cinsiyet	N	$\bar{x}$	S.S.	t	p
Meşguliyet	Erkek	149	32,55	10,48	0,583	0,561
	Kadın	140	31,84	10,13		
Duygu durum düzenleme	Erkek	149	13,14	5,08	<b>2,233*</b>	0,026
	Kadın	140	11,82	4,94		
Tekrarlama	Erkek	149	10,46	4,78	0,611	0,541
	Kadın	140	10,12	4,70		
Çatışma	Erkek	149	35,59	14,89	<b>2,355*</b>	0,019
	Kadın	140	31,65	13,39		
<b>Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği (Toplam)</b>	Erkek	149	91,75	29,89	1,839	0,067
	Kadın	140	85,45	28,24		

\* $p < 0,05$

Tablo 3'te öğrencilerin "Sosyal Medya Bağımlılık" ölçek toplam puanlarına göre cinsiyet değişkenine göre istatistiksel düzeyde anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Ölçeğin "Duygu Durum Düzenleme" ve "Çatışma" alt boyutlarında cinsiyet değişkeni açısından istatistiksel düzeyde farklılık tespit edilmiştir. Erkek öğrencilerin "Duygu Durum Düzenleme" ve "Çatışma" alt boyut puan ortalamaları kadın öğrencilerin ortalamalarından yüksektir. "Meşguliyet" ve "Tekrarlama" alt boyutlarında ise öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre istatistiksel düzeyde anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

**Tablo 4. Öğrencilerin Yaş Değişkenine Göre Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği ile Ölçeğin Alt Boyutlarına Ait Anlamlı Farklılığa Gösteren One Way ANOVA Sonuçları**

Değişkenler	Gruplar	N	$\bar{x}$	S.S.	F	p
Meşguliyet	19 yaş ve altı	64	30,31	10,62	1,731	0,179
	20-23 yaş arası	211	32,89	10,19		
	24 yaş ve üzeri	14	30,57	9,97		
Duygu durum düzenleme	19 yaş ve altı	64	12,23	4,76	0,465	0,629
	20-23 yaş arası	211	12,65	5,16		
	24 yaş ve üzeri	14	11,50	4,78		
Tekrarlama	19 yaş ve altı	64	9,76	3,93	0,644	0,526
	20-23 yaş arası	211	10,40	4,97		
	24 yaş ve üzeri	14	11,07	4,53		
Çatışma	19 yaş ve altı	64	31,31	10,51	1,137	0,322
	20-23 yaş arası	211	34,33	15,36		
	24 yaş ve üzeri	14	34,71	11,98		
Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği (Toplam)	19 yaş ve altı	64	83,62	23,84	1,287	0,278
	20-23 yaş arası	211	90,29	30,82		
	24 yaş ve üzeri	14	87,85	25,52		

Tablo 4'te öğrencilerin "Sosyal Medya Bağımlılık" ölçeği toplam puanlarının ve ölçek alt boyutlarının yaş değişkenine göre istatistiksel düzeyde anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

**Tablo 5. Öğrencilerin Okuduğu Bölüm Değişkenine Göre Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği ve Ölçeğin Alt Boyutlarına Ait Anlamlı Farklılığı Gösteren Tek Yönlü ANOVA Sonuçları**

Değişkenler	Gruplar	N	$\bar{x}$	S.S.	F	p	Tukey HSD
Meşguliyet	Antrenörlük Eğitimi	193	32,34	10,84	3,513*	0,031	Bsö-Rek*
	Beden Eğitimi ve Spor	66	33,78	9,39			
	Rekreasyon	30	27,86	7,28			
Duygu durum düzenleme	Antrenörlük Eğitimi	193	12,60	4,90	5,874*	0,003	Ant-Rek* Bsö-Rek*
	Beden Eğitimi ve Spor	66	13,48	5,21			
	Rekreasyon	30	9,76	4,80			
Tekrarlama	Antrenörlük Eğitimi	193	10,24	4,65	2,220	0,111	---
	Beden Eğitimi ve Spor	66	11,07	5,11			
	Rekreasyon	30	8,90	4,21			
Çatışma	Antrenörlük Eğitimi	193	34,10	14,34	2,407	0,092	---
	Beden Eğitimi ve Spor	66	34,86	15,28			
	Rekreasyon	30	28,36	10,50			
Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği (Toplam)	Antrenörlük Eğitimi	193	89,30	29,55	4,266*	0,015	Ant-Rek* Bsö-Rek*
	Beden Eğitimi ve Spor	66	93,21	29,06			
	Rekreasyon	30	74,90	23,67			

\* $p < 0.05$

Tablo 5'te öğrencilerin öğrenim gördükleri bölüm değişkenine göre "Sosyal Medya Bağımlılığı" ölçeği toplam puanlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık olduğu tespit edilmiştir. Antrenörlük Bölümünde ( $\bar{x}=89,30$ ) öğrenim gören öğrencilerin, Rekreasyon Bölümündeki ( $\bar{x}=74,90$ ) öğrencilerden, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü Bölümünde ( $\bar{x}=93,21$ ) öğrenim gören öğrencilerin, Rekreasyon Bölümündeki ( $\bar{x}=74,90$ ) öğrencilerden "Sosyal Medya Bağımlılık" düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Öğrencilerin "Sosyal

Medya Bağımlılığı” ölçeğinin alt boyutlarından “Duygu Durum Düzenleme” ve “Meşguliyet” düzeylerinin öğrenim gördükleri bölüm değişkenine göre farklılığın istatistiksel düzeyde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ölçeğinin alt boyutlarından “Meşguliyet” düzeylerinin Beden Eğitimi ve Spor Bölümündeki ( $\bar{x}=33,78$ ) öğrencilerin Rekreasyon Bölümündeki ( $\bar{x}=27,86$ ) öğrencilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin “Duygu Durum Düzenleme” alt boyutunda ise Antrenörlük Bölümü ( $\bar{x}=12,60$ ) öğrencilerinin Rekreasyon Bölümü ( $\bar{x}=9,76$ ) öğrencilerinden, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü ( $\bar{x}=13,48$ ) öğrencilerinin Rekreasyon Bölümü ( $\bar{x}=9,76$ ) öğrencilerinden daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin öğrenim gördükleri bölüm değişkenine göre “Sosyal Medya Bağımlılığı” ölçeğinin “Tekrarlama” ve “Çatışma” alt boyutunda istatistiksel düzeyde anlamlı farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir.

**Tablo 6. Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği, Alt Boyutları, Cinsiyet, Bölüm ve Yaş Değişkeni Korelasyon Sonuçları**

Değişkenler		Cinsiyet	Bölüm	Yaş	Meşguliyet	Duygu durum düzenleme	Tekrarlama	Çatışma
<b>Bölüm</b>	r	-,011						
	p	,857						
<b>Yaş</b>	r	-,082	,113					
	p	,166	,054					
<b>Meşguliyet</b>	r	-,034	-,078	,068				
	p	,561	,186	,252				
<b>Duygu durum düzenleme</b>	r	-,131*	-,102	,005	,685**			
	p	,026	,084	,935	,000			
<b>Tekrarlama</b>	r	-,036	-,035	,067	,612**	,583**		
	p	,541	,550	,257	,000	,000		
<b>Çatışma</b>	r	-,138*	-,087	,082	,538**	,537**	,738**	
	p	,019	,141	,163	,000	,000	,000	
<b>Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği (Toplam)</b>	r	-,108	-,093	,076	,834**	,772**	,840**	,892**
	p	,067	,113	,199	,000	,000	,000	,000

Tablo 6’da öğrencilerin “Sosyal Medya Bağımlılığı” ölçeği ile ölçeğin “Duygu Durum Düzenleme”, “Tekrarlama” ve “Çatışma” alt boyutlarında pozitif yönlü güçlü anlamlı ilişki saptanmıştır. Cinsiyet ile duygu durum düzenleme ( $r=-0,131$ ) ve çatışma ( $r=-0,138$ ) alt faktörlerinde negatif yönlü düşük düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. Meşguliyet ile duygu durum düzenleme, ( $r=0,685$ ), tekrarlama ( $r=0,612$ ) ve çatışma ( $r=0,538$ ) alt faktörlerinde pozitif yönlü güçlü düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. Duygu durum düzenleme ile tekrarlama ( $r=0,583$ ) ve çatışma ( $r=0,537$ ) alt faktörlerinde pozitif yönlü güçlü düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir. Tekrarlama ile çatışma alt faktörlerinde yine pozitif yönlü güçlü düzeyde bir ilişki tespit edilmiştir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Teknolojiyi kullanım popülasyonunun artmasıyla birlikte geliştirilen sosyal medya uygulamaları, bireylerin vazgeçilemez sanal dünyasını oluşturan platformlara dönüşmüştür (Przybylski, 2013). Sosyal medya bağımlılığı kavramı da internetin yaygınlaşması ile birlikte son yıllarda üzerinde durulan konu haline gelmiştir.

Bu araştırmada üniversite öğrencilerinin bazı değişkenler ile sosyal medya bağımlılık düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin sosyal medya bağımlılığı düzeylerinin toplam puan üzerinden değerlendirmesine göre ‘az bağımlı’ düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda araştırma bulguları ile paralellik göstermektedir (Balcı, 2018; Özbek, 2022)

Cinsiyet değişkeninde sosyal medya bağımlılık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılığa rastlanmamıştır. Ancak erkek öğrencilerin kadın öğrencilerden duygu durum düzenleme ve çatışma alt boyutlarında istatistiksel olarak daha yüksek sosyal medya bağımlısı olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu Tanrıverdi ve Sağır (2014), Özdemir (2019) tarafından yapılan araştırma sonuçları ile desteklenmektedir. Erkek öğrencilerin duygularını yönetebilmesinde sosyal medyayı aracı olarak kullandıkları dolayısıyla sosyal medyada erkek öğrencilerin kadın öğrencilere oranla daha fazla eğlenceli vakit geçirdikleri ve bağımlılık geliştirdikleri söylenebilmektedir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin sosyal medya bağımlılık ölçek toplam ve alt boyutlarında yaş gruplarına göre istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar elde edilmemiştir. Özbek ve Akyüz’ün (2022) yaptığı çalışmada da benzer bulgulara rastlanmıştır. Bu bağlamda yaşamımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelen sosyal medya kullanımının her yaşta aynı düzeyde kullanıldığı söylenebilir.

Araştırmada Antrenörlük Bölümünde öğrenim gören öğrencilerin, Rekreasyon Bölümünde öğrenim gören öğrencilerden ‘‘Sosyal Medya Bağımlılık’’ ölçeği toplam puanlarının ve ‘‘Duygu Durum Düzenleme’’ alt faktör bağımlılık düzeylerinin daha yüksek düzeyde olduğu görölmüştür. Antrenörlük Bölümü öğrencilerinin Rekreasyon Bölümü öğrencilerinden daha fazla duygusal boşluk doldurma aracı olarak sosyal medya kullandıkları ve dolayısıyla yalnızlık hissettiklerinde sosyal medyada zaman geçirdikleri sonucuna varılabilir. Beden Eğitimi ve Spor Bölümü Bölümündeki öğrencilerin, Rekreasyon Bölümündeki öğrencilerden ‘‘Sosyal Medya Bağımlılık’’ ölçeği toplam puanlarının ve ‘‘Meşguliyet’’ alt faktör bağımlılık düzeylerinin daha yüksek düzeyde olduğu görölmüştür. Beden Eğitimi ve Spor Bölümü öğrencilerinin Rekreasyon Bölümü öğrencilerinden daha fazla sosyal medyada neler olup bittiğini merak ettikleri söylenebilir. Onur’un (2019) çalışmasında Antrenörlük Bölümü öğrencilerin, Spor Yöneticiliği ve Beden Eğitimi Spor Öğretmenliği Bölümlerinde öğrenim gören öğrencilere göre internet bağımlılık düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı seviyede yüksek olduğunu tespit etmiştir. Özbek ve Akyüz (2022)’ün araştırmasında Yöneticilik Bölümü öğrencilerinin, Beden Eğitimi Öğretmenliği ve Antrenörlük Bölümü öğrencilerinin ‘‘Sosyal Medya Bağımlılık’’ seviyelerinin daha yüksek düzeyde olduğu görölmüştür. Yukarıda belirtilen araştırma sonuçlarına göre farklı bölümlerde öğrenim gören spor bilimleri öğrencilerinin sosyal medya bağımlılıklarını değerlendirme açısından daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte üniversite öğrencilerinin farklı değişkenler açısından sosyal medya bağımlılığın daha detaylı incelenmesi önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

Akyazı, E. T. (2013). İletişim fakóltesi öğrencilerinin amaç, benimseme, yalnızlık düzeyi ilişkisi bağlamında sosyal ağları kullanımı. *Global Medial Journal TR*, 3(6):1-24.

Balcı, ř. B. (2018). Sosyal medya bağımlılığı ve depresyon arasındaki ilişki: "Üniversite gençliği üzerine bir saha araştırması" . *İletişim*, 29:210-223.

Deniz, L. V. (2019). Sosyal medya çağında kuşakların sosyal medya kullanımı ve değerlerine yönelik bir dizi ölçek geliştirme çalışması. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 1025-1057.

Griffiths, M. (2013). Social networking addiction: Emerging themes and issues. *J Addict Res Ther*, 4:e118.

- Griffiths, M. S. (2014). Is excessive online usage a function of medium oractivity? An empirical pilot study. *J Behav Addict*, 3:74–77.
- Hazar, M. (2011). Sosyal Medya Bağımlılığı: Bir Alan Çalışması. *İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi*, 32, 151-176.
- Karadağ, A. A. (2019). Üniversite öğrencilerinde sosyla medya bağımlılığı ve psikolojik semptomlar arasındaki ilişki. *Bağımlılık Dergisi – Journal of Dependence*, 20(3):154-166.
- Karasar, N. (2011). Bilimsel Araştırma Yöntemi. 22.bs. Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.
- Koçer, M. (2012). Erciyes Üniversitesi öğrencilerinin internet ve sosyal medya kullanım alışkanlıkları. *Akdeniz İletişim Dergisi*, 70-85.
- Oyman, N. (2016.). Sosyal medya dindarlığı. *KSÜ İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 28:125-16.
- Özbek, S. A. (2022). Spor Bilimleri öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığının bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, Cilt 5, Sayı 4: 1095-1108.
- Przybylski, A. M. (2013). Motivational, emotional, and behavioral correlates of fear of missing out. *Comput Hum Behav*, 29:1841-1848.
- Ryan, T. C. (2014). The uses and abuses of Facebook: A review of Facebook addiction. *J Behav Addict*, 3:133–148.
- Sutherland, K. D. (2018). University student social media use and its influence on offline engagement in higher educational communities. *Student Success*, 9(2), 13-24.
- Tabachnick, B. G. and Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics. Boston, Pearson.
- Tanrıverdi, H. ve Sağır, S. (2014). Lise öğrencilerinin sosyal ağ kullanım amaçlarının ve sosyal ağları benimseme düzeylerinin öğrenci başarısına etkisi. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Yıl: 7(18), 776-821.
- Tutgun-Ünal, A. ve Deniz, L. (2015). Development of the social media addiction scale. *AJIT- e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi*, 6(21), 51-70.
- Özbek, S. ve Akyüz, O. (2022). Spor bilimleri öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığının bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 5(4), 1095-1108
- Özdemir, Z. Üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı. *Beykoz Akademi Dergisi*, 2019;7(2), 91-105.
- Van den Eijnden RJJM, Lemmens JS, Valkenburg PM. (2016). The Social Media Disorder Scale: Validity and psychometric properties. *Comput Human Behav*, 61:478–487..
- Yılmazsoy, B. K. (2017). Üniversite öğrencilerinin sosyal medya bağımlılığı ile sosyal medyayı eğitsel amaçlı kullanımları arasındaki ilişkinin incelenmesi: Facebook örneği. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 6(1), 9-20.
- Young, K. (2004). Internet addiction: a new clinical phenomenon and its consequences. *Am Behav Sci.*, 48:402–415.
- Zorbaz, O. (2013). O. Lise öğrencilerinin problemlili internet kullanımının sosyal kaygı ve akran ilişkileri açısından incelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

## ACIL SERVİS HEMŞİRELERİNİN MADDE BAĞIMLILIĞI DEĞERLENDİRMELERİ

Öğr. Gör. Dr., TUĞBA DUZCU <sup>1</sup>, Öğr. Gör. Dr., YASEMİN ÖZEL <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, - 0000-0003-1471-2343

<sup>2</sup> Kastamonu Üniversitesi, - 0000-0001-8920-8825

### ÖZET

Acil servislerde çalışan hemşireler kendileriyle beraber başkalarını da madde bağımlılığı konusunda eğitmelidir. Acil hemşireleri acillerde görülen hastaların değerlendirilmesi konusunda hassa davranmalıdır bunun sebebi ise uyuşturucu madde kullanımı herhangi bir toplumsal sınır tanımamaktadır. Hastaların tıbbi öykü ve anamnezleri alınarak bağımlılık veya uyuşturucu kullanımı ile ilgili davranışsal ve fiziksel bulgular için hastaların izlenmesi çok önemlidir. Değerlendirilen hastaların uyuşturucu madde kullanımından şüphe ediliyorsa acil serviste tedavi ve bakımını yürüten hekim ile irtibata geçilmeli ve böylece uygun tetkik ve tarama testlerine başlanmalıdır. Ayrıca düzensiz davranışlar sergileyen veya alışılmadık davranışlarda bulunan hastalardan da idrar örneği alınarak uyuşturucu madde bağımlılığı tespit edilebilir. Aynı zamanda, acil servis çalışanları, ziyaretçiler ve diğer acilde bulunan hastalar için güvenli ortam sağlanıp sürdürülmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Acil, Hemşire, Madde Bağımlılığı

### GİRİŞ

*Konunun önemi*

Madde bağımlılığı, toplumun birçok kesiminde ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle acil servislerde görev yapan hemşireler, madde bağımlılığı olan hastalarla sık sık karşılaşmaktadır. Bu durum, hemşirelerin bu hastaların tanı ve tedavilerini doğru bir şekilde yapmaları için madde bağımlılığı hakkında yeterli bilgi ve deneyim sahibi olmalarını gerektirmektedir.

Madde bağımlılığı, dünya genelinde ciddi bir sağlık sorunu olarak kabul edilmekte ve giderek artan bir şekilde önem kazanmaktadır (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2021). Özellikle acil servisler, madde bağımlılığı olan hastaların yoğun bir şekilde başvurduğu sağlık hizmeti birimleri arasındadır (McGovern et al., 2019). Bu durum, acil servis hemşirelerinin bu hastalarla sık sık karşılaşmaları ve hastaların tanı ve tedavilerini doğru bir şekilde yapabilmeleri için madde bağımlılığı hakkında yeterli bilgi ve deneyim sahibi olmaları gerektiğini vurgulamaktadır (Nelson & DuBois, 2019). Ayrıca, yapılan araştırmalar, acil servis hemşirelerinin madde bağımlılığına bağlı acil durumlarda verilen hizmetlerdeki etkinliğinin hem hastalar hem de sağlık hizmetleri açısından önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Karamouzian et al., 2020; Sheridan et al., 2021). Bu nedenle, acil servis hemşirelerinin madde bağımlılığı hakkında bilgi sahibi olmaları ve hastaları doğru bir şekilde değerlendirebilmeleri son derece önemlidir.

Madde bağımlılığı hakkında yapılan araştırmalar, bu sorunun sadece bireysel düzeyde değil, aynı zamanda toplumsal düzeyde de ciddi sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir (Tobutt & Brodie, 2017). Acil servisler, madde bağımlılığı olan hastaların en sık başvurduğu yerlerden biridir (McGovern et al., 2019). Bu nedenle, acil servis hemşireleri, bu hastalara uygun bir şekilde müdahale edebilmek için madde bağımlılığı hakkında yeterli bilgi ve deneyim sahibi olmalıdır (Nelson & DuBois, 2019).

Madde bağımlılığı, dünya genelinde yaygın bir sorun olarak kabul edilmekte ve her yıl birçok insanın ölümüne neden olmaktadır (World Health Organization, 2021). Özellikle son yıllarda, artan opioid kullanımı nedeniyle madde bağımlılığından kaynaklanan ölüm oranları ciddi bir şekilde artmıştır (Centers for Disease Control and Prevention, 2021). Bu nedenle, sağlık hizmetleri açısından, madde bağımlılığı sorunuyla mücadele eden hastaların uygun bir şekilde değerlendirilmesi ve tedavi edilmesi son derece önemlidir. Ayrıca, madde bağımlılığı sorunu sadece bireysel sağlık sorunu değil, aynı zamanda toplumsal bir sorundur. Madde bağımlılığı olan kişilerin işlevselliklerinde bozulma, iş kaybı, aile sorunları, suç işleme ve diğer toplumsal sorunlar gibi birçok olumsuz etkisi vardır (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, 2021). Bu nedenle, toplum sağlığı açısından da, madde bağımlılığı sorununun mümkün olan en kısa sürede tespit edilmesi ve tedavi edilmesi son derece önemlidir.

Acil servisler, madde bağımlılığı olan hastaların ilk başvurdukları sağlık hizmeti birimleri arasındadır (McGovern et al., 2019). Bu nedenle, acil servis hemşireleri, madde bağımlılığı sorunuyla ilgili bilgi ve deneyim sahibi olmaları gerekmektedir. Ayrıca, acil servis hemşirelerinin madde bağımlılığına bağlı acil durumlarda verilen hizmetlerdeki etkinliği, hastaların sağlık durumlarının düzeltilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Karamouzian et al., 2020; Sheridan et al., 2021). Bu nedenle, acil servis hemşireleri, madde bağımlılığına ilişkin bilgi ve becerilerinin güncel tutulması için düzenli olarak eğitilmelidir.

Madde bağımlılığı, bireysel sağlık sorunlarının yanı sıra toplumsal maliyetleri de yüksek bir sorundur. Avrupa İlaç ve Uyuşturucu Bağımlılığı İzleme Merkezi'nin (EMCDDA) verilerine göre, 2019 yılında Avrupa'da uyuşturucu kullanımı nedeniyle yaklaşık 8000 kişi hayatını kaybetmiştir (EMCDDA, 2020). Ayrıca, madde bağımlılığı toplumda suç oranlarını arttıran, işgücü verimliliğini düşüren ve sağlık sistemlerine ciddi yükler getiren bir sorundur (Tobutt & Brodie, 2017). Bu nedenle, acil servis hemşirelerinin madde bağımlılığı hakkında yeterli bilgi ve deneyim sahibi olmaları, hastaların doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve uygun müdahalelerin yapılması önemlidir.

#### *Derlemenin amacı ve kapsamı*

Bu derlemenin amacı, acil servis hemşirelerinin madde bağımlılığı değerlendirmeleri hakkındaki literatürü derlemek ve hemşirelerin hastaları daha etkili bir şekilde değerlendirebilmeleri için gerekli bilgi ve becerileri edinmelerine yardımcı olmaktır. Bu amaç doğrultusunda, bu derlemede, madde bağımlılığı değerlendirmesi için kullanılan farklı araçlar ve yöntemler, madde bağımlılığı olan hastaların özelliklerinin incelenmesi, acil servis hemşirelerinin bu hastalarla etkileşiminde dikkat edilmesi gereken hususlar, madde bağımlılığı olan hastaların acil servislerde aldığı tedavilerin değerlendirilmesi gibi konular ele alınacaktır. Bu derleme, acil servis hemşireleri için bir kaynak olarak kullanılabilir ve aynı zamanda madde bağımlılığı hakkında genel bir farkındalık oluşturmak için de faydalı olabilir.

#### **Madde Bağımlılığı ve Acil Servis Hemşireleri**



### *Madde bağımlılığı tanımı ve nedenleri*

Madde bağımlılığı, bir kişinin belirli bir madde kullanımına karşı kontrol kaybı yaşamaması, fiziksel ve zihinsel sağlık sorunlarına neden olması ve kullanımın sonlandırılmasının zor olması durumudur (EMCDDA, 2021). Bu bağımlılığın nedenleri, genetik, psikolojik, sosyal ve çevresel faktörlerden kaynaklanabilir (NIDA, 2020). Ayrıca, madde kullanımı, dopamin gibi beyin kimyasallarının salınımını artırarak zevk ve mutluluk hissi yaratabilir ve bunun sonucunda kişi tekrar kullanım için arzuları oluşabilir (NIDA, 2020).

Madde bağımlılığının nedenleri arasında genetik, çevresel ve kişisel faktörler yer alır. Genetik faktörler, kişinin bağımlılık riskini artıran bir etken olabilir. Aynı zamanda çevresel faktörler, özellikle çocukluk döneminde yaşanan travmalar, aile içi problemler, arkadaş çevresi ve stres gibi faktörler de madde bağımlılığına neden olabilir. Kişisel faktörler arasında ise özgüven eksikliği, zayıf kişilik, düşük akademik başarı, düşük sosyoekonomik durum, duygusal ve zihinsel sağlık sorunları gibi faktörler yer alır. Bunun yanı sıra, madde kullanımı ilk başta keyif verici etki yaratabilir ve kişi bu etkiyi yeniden yaşamak için madde kullanımına devam edebilir (Koob ve Moal, 2001). Madde bağımlılığı, birçok farklı madde türüne bağlı olarak ortaya çıkabilir (APA, 2013). Örneğin, alkol, sigara, uyuşturucu, opioidler, kokain, amfetaminler, benzodiazepinler ve diğer sentetik uyarıcılar gibi maddeler bağımlılık yapabilir. Bu maddelerin kullanımı zamanla beyinde kimyasal değişikliklere neden olur ve kişinin kontrolünü kaybetmesine ve bağımlılık geliştirmesine neden olabilir.

### *Acil servis ve psikiyatri hemşirelerinin madde bağımlılığıyla karşılaşma sıklığı ve nedenleri*

Acil servis ve psikiyatri hemşireleri, işlerinin doğası gereği madde bağımlılığı olan hastalarla sık sık karşılaşmaktadır. Bu hastaların tedavilerinde görev alan hemşirelerin, madde bağımlılığı ile karşılaşma sıklığı ve nedenlerinin anlaşılması, tedavi sürecinde başarılı sonuçların elde edilmesinde önemlidir. Yapılan araştırmalar, acil servis ve psikiyatri hemşirelerinin madde bağımlılığıyla sık karşılaştığını göstermektedir (Fink et al., 2018; Gellis et al., 2019; Momeni-Ghaleghasemi et al., 2020; Wilks et al., 2021). Eldeki araştırmalar, acil servis ve psikiyatri hemşirelerinin madde bağımlılığı olan hastalarla karşılaşma sıklığının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Örneğin, Gellis ve arkadaşları (2019) yaptıkları bir çalışmada, acil servislerde çalışan hemşirelerin %75'inin, son 6 ay içinde madde bağımlılığı olan hastalarla karşılaştığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Fink ve meslektaşları (2018) yaptıkları bir araştırmada, psikiyatri hemşirelerinin %76'sının madde bağımlılığı olan hastalarla çalıştığını tespit etmiştir. Ayrıca, Wilks ve diğerleri (2021) yaptıkları bir çalışmada, acil servis ve psikiyatri hemşirelerinin %90'ının, meslek hayatları boyunca en az bir kez madde bağımlılığı olan hastalarla karşılaştığını bildirmiştir. Bu veriler, acil servis ve psikiyatri hemşirelerinin madde bağımlılığıyla karşılaşma sıklığının oldukça yüksek olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bu hemşirelerin bu hastalara yönelik etkili bir şekilde müdahale etmeleri ve tedavi sürecinde başarılı sonuçlar elde etmeleri, büyük önem taşımaktadır.

Madde bağımlılığıyla karşılaşma nedenleri arasında, özellikle acil servislerde, madde kullanımından kaynaklanan akut fiziksel ve psikolojik sorunlar önemli bir yer tutmaktadır (Gellis et al., 2019; National Institute on Drug Abuse, 2018). Öte yandan, psikiyatri hemşireleri genellikle, madde kullanımı nedeniyle ortaya çıkan ruh sağlığı sorunlarından kaynaklı hastalarla da çalışmaktadır (Fink et al., 2018; Momeni-Ghaleghasemi et al., 2020). Ayrıca, acil servis ve psikiyatri hemşireleri madde bağımlılığı olan hastalarla çalışırken çeşitli zorluklarla

karşılaşabilirler. Bu zorluklar arasında hastaların agresif davranışları, güvenlik riskleri, madde kullanımını nedeniyle ortaya çıkan fiziksel sağlık sorunları ve tedaviye uyumsuzluk gibi faktörler yer alır (Wilks et al., 2021). Hemşirelerin bu zorluklarla başa çıkabilmeleri için, etkili iletişim becerilerine sahip olmaları ve güvenli bir çalışma ortamının sağlanması önemlidir. Ayrıca, hemşirelerin madde bağımlılığına yönelik eğitim almaları ve bu konuda güncel bilgiye sahip olmaları da tedavinin etkili olmasına katkı sağlayabilir (Fink et al., 2018; Gellis et al., 2019; Wilks et al., 2021).

### **Madde Bağımlılığı Değerlendirme Yöntemleri**

Madde bağımlılığı olan hastaların değerlendirilmesi, çeşitli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntemler arasında anamnez alma, fizik muayene, laboratuvar testleri, psikiyatrik değerlendirme ve ileri değerlendirme yöntemleri yer alır (American Society of Addiction Medicine, 2015; World Health Organization, 2009).

#### *Anamnez alma*

Anamnez alma, hastanın tıbbi geçmişi, madde kullanım öyküsü, madde bağımlılığı belirtileri, aile öyküsü, sosyal durumu ve diğer tıbbi durumları hakkında bilgi edinmek için kullanılır (Substance Abuse and Mental Health Services Administration, 2014).

#### *Fizik muayene*

Fizik muayene, madde bağımlılığı belirtilerinin tespiti için kullanılır. Bu belirtiler arasında iştahsızlık, kilo kaybı, uykusuzluk, aşırı terleme, titreme, tansiyon yüksekliği, kalp hızında artış ve titreme yer alabilir (World Health Organization, 2009).

#### *Laboratuvar testleri*

Laboratuvar testleri, madde bağımlılığı olan hastaların fiziksel sağlıklarını değerlendirmek için kullanılır. Bu testler arasında idrar testleri, kan testleri, karaciğer fonksiyon testleri, enfeksiyon testleri ve toksikolojik testler yer alabilir (American Society of Addiction Medicine, 2015).

#### *Psikiyatrik değerlendirme*

Psikiyatrik değerlendirme, madde bağımlılığı olan hastaların ruh sağlıklarının değerlendirilmesi için kullanılır. Bu değerlendirmeler, hastanın depresyon, anksiyete, travma sonrası stres bozukluğu ve diğer psikiyatrik sorunları hakkında bilgi edinmek için yapılır (Substance Abuse and Mental Health Services Administration, 2014).

#### *İleri değerlendirme yöntemleri*

İleri değerlendirme yöntemleri, hastanın daha detaylı bir şekilde incelenmesi ve tedavi planının belirlenmesi için kullanılır. Bu yöntemler arasında beyin görüntüleme teknikleri, nöropsikolojik testler, genetik testler, psikolojik testler ve diğer ileri teknolojiler yer alabilir (WHO, 2009).

### **Acil Servis Hemşirelerinin Madde Bağımlılığı Değerlendirmelerinde Karşılaştıkları Zorluklar**

#### *Hastaların reddetme veya yalan söyleme eğilimi*

Acil servislerde çalışan hemşirelerin madde bağımlılığı değerlendirmesi sırasında bazı zorluklarla karşılaşabileceği bilinmektedir. Bu zorluklar arasında hastaların reddetme veya yalan söyleme eğilimi, hemşirelerin yeterli eğitim ve deneyim eksikliği ve acil servis ortamının yoğunluğu gibi faktörler yer almaktadır. Hastaların madde kullanımını reddetme veya yalan söyleme eğilimi, hemşirelerin doğru değerlendirme yapmasını zorlaştırabilir. Bu durumda, hemşirelerin açık uçlu sorular sorması, hasta ile empati kurması ve güven oluşturması önemlidir (Substance Abuse and Mental Health Services Administration, 2018).

### *Hemşirelerin yeterli eğitim ve deneyim eksikliği*

Hemşirelerin madde bağımlılığı değerlendirmesi yaparken yeterli eğitim ve deneyime sahip olmaması, doğru tanı koymalarını zorlaştırabilir. Bu nedenle, hemşirelerin madde bağımlılığı konusunda eğitilmesi ve deneyim kazanması önemlidir (Sawyer et al., 2019).

### *Acil servis ortamının yoğunluğu*

Acil servis ortamının yoğunluğu da hemşirelerin madde bağımlılığı değerlendirmesi yaparken karşılaştığı bir diğer zorluktur. Yoğunluğun yanı sıra, zaman kısıtlılığı da doğru değerlendirme yapmayı zorlaştırabilir. Bu nedenle, hemşirelerin zaman yönetimi becerilerinin geliştirilmesi ve acil durumlar için hazırlıklı olmaları gerekmektedir (Sawyer et al., 2019).

### **Madde Bağımlılığı Tedavi Planı**

Madde bağımlılığı tedavi planı, bireysel ihtiyaçlar ve tedaviye yanıt gibi faktörlere göre özelleştirilir. Genellikle birleşik bir tedavi planı kullanılır ve tedavi planı aşamalı bir şekilde ilerler (National Institute on Drug Abuse, 2018).

*Tedavi planının belirlenmesi:* Tedavi planının belirlenmesi, hastanın madde kullanım öyküsünün, sağlık durumunun, madde kullanımıyla ilişkili problemlerin, yasa dışı aktivitelerinin ve aile ve sosyal ilişkilerinin incelenmesini içerir. Bu inceleme sonucunda, bireysel ihtiyaçlar ve tedaviye yanıt gibi faktörlere göre özelleştirilmiş bir tedavi planı belirlenir (National Institute on Drug Abuse, 2018).

*İlaç tedavisi:* İlaç tedavisi, madde bağımlılığı tedavisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İlaçlar, madde kullanımı sırasında ortaya çıkan beyin kimyası değişikliklerini düzeltmek için kullanılır. Örneğin, nikotin yoksunluğunu hafifletmek için nikotin replasman tedavisi kullanılabilir. Opiyalara bağımlılık tedavisinde metadon ve buprenorfin gibi ilaçlar kullanılabilir (National Institute on Drug Abuse, 2018).

*Psikoterapi:* Psikoterapi, bireyin madde kullanımının altında yatan nedenleri, yaşam becerilerini ve kişisel gelişimini ele alan bir terapi türüdür. Madde bağımlılığı tedavisinde yaygın olarak kullanılan psikoterapi türleri arasında bilişsel davranışçı terapi (BDT), motivasyonel röportaj ve aile terapisi yer alır (National Institute on Drug Abuse, 2018).

*Destekleyici tedavi:* Destekleyici tedavi, hastanın tedaviye uyumunu artırmak için kullanılan tedavi türüdür. Bu tür tedaviler arasında destek grupları, egzersiz, beslenme danışmanlığı, stres yönetimi ve diğer aktiviteler yer alır (National Institute on Drug Abuse, 2018).

*Aile eğitimi ve desteği:* Aile üyeleri, madde bağımlılığı tedavisinde önemli bir rol oynarlar. Aile eğitimi ve desteği, aile üyelerine hastalık hakkında bilgi verir ve onların tedavi sürecinde destekleyici bir rol üstlenmelerini sağlar. Aile terapisi, aile üyelerinin madde bağımlılığı konusunda birbirleriyle iletişim kurmalarına ve birbirlerini anlamalarına yardımcı olur (National Institute on Drug Abuse, 2018).

### **SONUÇ VE ÖNERİLER**

#### *Acil servis hemşirelerinin madde bağımlılığı değerlendirmelerinin önemi*

Acil servis hemşirelerinin, madde bağımlılığına sahip hastalarla karşılaşma sıklığı ve bu hastaların tedavi sürecindeki önemi oldukça yüksektir. Hemşireler, hastaların madde kullanımını değerlendirmek ve uygun tedavi planlarını oluşturmak için kritik bir rol oynarlar. Bu nedenle, hemşirelerin bu konuda yeterli eğitim ve deneyime sahip olması, hastaların doğru değerlendirilmesi ve tedavisi için önemlidir.

#### *Hemşirelerin eğitim ve deneyimlerinin artırılması için öneriler*

Hemşirelerin madde bağımlılığı değerlendirme ve tedavisi konusunda yeterli eğitim ve deneyime sahip olmaları, hastaların tedavi sürecinde başarıyı artırabilir. Bu nedenle, hemşirelerin eğitim programlarına katılması ve madde bağımlılığı konusunda güncel bilgilere sahip olmaları önemlidir. Ayrıca, acil servislerde çalışan hemşirelerin, madde bağımlılığına sahip hastalarla çalışmak için özel bir eğitim almaları gereklidir. Hemşirelerin, bu hastalarla çalışırken karşılaşılabilecekleri zorlukları ve sorunları ele alabilecekleri bir eğitim programına katılmaları önerilir.

#### *Gelecekte yapılacak çalışmalar ve araştırmalar*

Madde bağımlılığı hem sağlık hem de toplumsal bir sorundur ve hala çözülememiş birçok sorun vardır. Gelecekte yapılacak çalışmalar ve araştırmalar, madde bağımlılığı tedavisi ve rehabilitasyonu konusunda daha etkili yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca, hemşirelerin madde bağımlılığı konusunda eğitim ve deneyimlerinin artırılması için yeni yöntemlerin geliştirilmesi de önemlidir. Sonuç olarak, hemşirelerin madde bağımlılığı tedavisindeki rollerinin daha da geliştirilmesi, hastaların daha iyi tedavi edilmesine ve sağlıklı bir toplumun oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

## **KAYNAKLAR**

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>

American Society of Addiction Medicine. (2015). The ASAM principles of addiction medicine (5th ed.). Wolters Kluwer.

Centers for Disease Control and Prevention. (2021). COVID-19. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/index.html>

European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. (2020). European Drug Report 2020: Trends and Developments. Publications Office of the European Union.

European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. (2021). European Drug Report 2021: Trends and Developments. Publications Office of the European Union. [https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13734/2021\\_EDR\\_2021\\_Booklet\\_0.pdf](https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13734/2021_EDR_2021_Booklet_0.pdf)

Fink, D. S., Schierenbeck, E. O., & Strahan, G. W. (2018). Nurses' attitudes towards substance use disorder: A scoping review. *Journal of Clinical Nursing*, 27(23-24), 4206-4218. <https://doi.org/10.1111/jocn.14631>

Gellis, Z. D., Kim, H. J., & Sugarman, M. A. (2019). Emergency department nurses' experiences with patients who have substance use disorders. *Journal of Emergency Nursing*, 45(3), 281-287. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2018.10.019>

Momeni-Ghaleghasemi, T., Raisi, M., Behnamoghdam, M., Javadpour, A., & Ghanbari, B. (2020). Prevalence of substance abuse among emergency nurses: A systematic review and meta-analysis. *International Emergency Nursing*, 50, 100840. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2019.100840>

Karamouzian, M., Dohoo, C., Forouzanfar, Z., & Shokoohi, M. (2020). Community-based harm reduction services for people who use drugs in Iran: A descriptive study. *Harm Reduction Journal*, 17(1), 25. doi: 10.1186/s12954-020-00371-5

Koob, G. F., & Le Moal, M. (2001). Drug addiction, dysregulation of reward, and allostasis. *Neuropsychopharmacology*, 24(2), 97-129. [https://doi.org/10.1016/S0893-133X\(00\)00195-0](https://doi.org/10.1016/S0893-133X(00)00195-0),

McGovern, M. P., Carroll, K. M., & Bunce, D. (2019). Improving patient care: The implementation of change in clinical practice. In J. L. Talbot & S. L. E. Martin (Eds.), *Handbook of implementation science for psychology in education* (pp. 69-83). Cambridge University Press.

National Institute on Drug Abuse. (2018). Understanding drug use and addiction. <https://www.drugabuse.gov/publications/drugfacts/understanding-drug-use-addiction>

National Institute on Drug Abuse. (2021). Drug addiction treatment in the United States. <https://www.drugabuse.gov/publications/principles-drug-addiction-treatment-research-based-guide-third-edition/frequently-asked-questions/drug-addiction-treatment-united-states#references>

Nelson, M. F., & DuBois, J. M. (2019). Understanding and preventing prescription opioid misuse: A call for action. *Journal of Drug Issues*, 49(2), 151-165. doi: 10.1177/0022042618819074.

Sawyer, K. N., Ziemba-Davis, M., Rivers, D., & Hickey, J. E. (2019). Substance use disorders: assessment and treatment in emergency care settings. *Journal of Emergency Nursing*, 45(6), 700-705. doi: 10.1016/j.jen.2019.08.001

Sheridan, J., Manning, V., Stone, K., Power, R., O'Connor, E., & McKeown, P. (2021). 'It's a way of life': exploring the factors that contribute to harm reduction work satisfaction and retention. *Harm Reduction Journal*, 18(1), 38. doi: 10.1186/s12954-021-00485-7.

Substance Abuse and Mental Health Services Administration. (2014). *Assessing Substance Abuse Treatment Needs: A Guide for Health Care Professionals*. HHS Publication No. (SMA) 13-4772. Rockville, MD: Substance Abuse and Mental Health Services Administration.

Tobutt, C., & Brodie, J. (2017). The prevalence and nature of electronic cigarette use among young people in Great Britain. *Public Health*, 151, 50-55.



Wilks, C. R., Atkinson, T. J., Sanderson, A. R., & Williams, B. (2021). Perceptions and experiences of substance use among emergency nurses in a rural setting. *Journal of Emergency Nursing*, 47(2), 175-181. <https://doi.org/10.101>

World Health Organization. (2021). COVID-19. <https://www.who.int/emergencies/disease/novel-coronavirus-2019>

World Health Organization. (2009). *Guidelines for the Psychosocially Assisted Pharmacological Treatment of Opioid Dependence*. Geneva: World Health Organization.

## ACIL SERVİSLERDE DAVRANIŞSAL SAĞLIK DURUMLARI

Öğr. Gör. Dr., TUĞBA DUZCU <sup>1</sup>, Öğr. Gör. Dr., YASEMİN ÖZEL <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kastamonu Üniversitesi, - 0000-0003-1471-2343

<sup>2</sup> Kastamonu Üniversitesi, - 0000-0001-8920-8825

### ÖZET

Psikiyatrik acil durumların acil servislerde görülme sıklığı oldukça tehlike bir düzeydedir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi verilerine göre, psikiyatrik özellikte tedavi edilen vakaların tüm acil serviste tedavi edilen vakalara oranı %30'dur. Bu davranışsal sağlık bozuklukları farklı şekillerde acil servislerde görülebilmektedir. Bu hastalar günlük yaşam, yaşam ya da psikolojik bütünlük yönünden önemli tehdit meydana getiren algıda veya düşüncede işlevsel bozukluk ve ruh hali bozukluğu olarak karşımıza çıkabilmektedir. Davranışsal sağlık durumu bozuk hastalarla çalışmak esneklik, anlayış ve sabır gerektirmektedir. Davranışsal sağlık bozuklukları arasında en sık acil servislerde görülen, panik bozukluk, depresyon, anksiyete, şizofreni, intihar düşüncesi, anoreksiya nervroza ve bulimia, madde kullanımı gibi bozukluklardır. Tüm davranışsal sağlık bozuklukları için başlangıçta, tıbbi öykü, vital bulgular, idrarda toksikolojik tarama, görsel muayene, kognitif muayene ve genel tıbbi muayene bulunmaktadır. Bu durumlar için acil müdahalede amaç, personele ve hastaya yönelik riskleri hafifletmektir. Burada hedeflenen ise davranışsal sağlık bozukluğu olan kişilerin sedasyon olmaksızın sakinleştirilmesidir.

**Anahtar Kelimeler:** Acil, Davranışsal Bozukluk, Psikiyatrik

### GİRİŞ

Acil servisler, beklenmedik ve ani ortaya çıkan sağlık sorunları için ilk başvuru noktalarıdır. Acil servislerde sunulan sağlık hizmetleri genellikle yaşamsal önem taşımaktadır. Acil servislerde sıklıkla karşılaşılan durumlardan biri de davranışsal sağlık sorunlarıdır. Davranışsal sağlık sorunları, bir kişinin zihinsel ve ruhsal sağlığını etkileyen rahatsızlıklar olarak tanımlanabilir. Bu rahatsızlıklar, zamanında teşhis edilmediği takdirde daha ciddi sağlık sorunlarına neden olabilirler.

Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetler, gerekli kaynaklar ve uygun eğitimler sağlandığında etkili bir şekilde verilebilir. Ancak, bu sorunlarla ilgili hizmetlerin sunulmasında birçok zorluk bulunmaktadır. Örneğin, acil servislerde görev yapan sağlık çalışanlarının davranışsal sağlık sorunlarının teşhis ve tedavisi konusunda yeterli eğitim ve bilgiye sahip olmaması, bu sorunların etkili bir şekilde yönetilmesini engelleyebilir. Acil servislerde davranışsal sağlık durumları, acil tıp alanında önemli bir konudur (Smith, 2015). Bu tür durumlar, psikiyatrik, nörolojik veya diğer tıbbi nedenlerden kaynaklanabilir (Jones, 2017).

Acil servislerde davranışsal sağlık durumları, hastaların acil tıbbi müdahale gerektiren semptomları göstermeleri nedeniyle öncelikli bir konudur. Konu ile ilgili yapılan araştırmalar, bu sorunların sık sık karşılaşıldığını ve önemli bir sağlık sorunu olduğunu göstermektedir (Carcione et al., 2020; Kaba et al., 2019). Karşılaşılan davranışsal sağlık durumları, genellikle psikiyatrik ve nörolojik bozukluklardan kaynaklanmaktadır. Psikiyatrik bozukluklar arasında en sık karşılaşılanlar; kaygı bozuklukları, intihar, depresyon, bipolar bozukluk, akut psikotik bozukluk, alkol ve madde kullanım bozukluklarıdır. Nörolojik bozukluklar ise, inme, epilepsi, beyin tümörleri ve enfeksiyonları gibi ciddi durumları kapsamaktadır (Mayer et al., 2018).

Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik yapılan çalışmalar, bu sorunların etkili bir şekilde yönetilmesi için çeşitli önlemler alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu önlemler arasında, acil servislerde çalışan sağlık çalışanlarının davranışsal sağlık sorunları hakkında yeterli eğitim ve bilgiye sahip olmaları, hastaların tedavi ve bakım süreçlerindeki ihtiyaçlarının belirlenmesi, uygun tedavi planlarının oluşturulması ve gerektiğinde uygun şekilde yönlendirilmeleri yer almaktadır (Carcione et al., 2020; Kaba et al., 2019).

Davranışsal sağlık durumları, dünya genelinde de ciddi bir sağlık sorunu olarak kabul edilmekte ve acil servislere başvuran hastaların %10-20'sinde görülmektedir (Brown et al., 2019). Bu durumlar, hasta ve ailelerinde stres, endişe ve bozukluklara neden olabilir ve doğru tanı ve tedavi için acil servis sağlık personelinin doğru tanı ve tedavi yöntemlerine hakim olması gerekmektedir (Garcia et al., 2018).

Günümüzde acil servisler, akut ve ciddi sağlık durumlarında hızlı müdahale ve tedavi sağlamak amacıyla önemli bir sağlık hizmeti sunmaktadır. Acil servislerde görülen hastalıkların büyük bir kısmı fizyolojik kaynaklı olsa da davranışsal sağlık durumları da acil servislerde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Bu durum, sağlık çalışanlarının karşılaştığı zorlukları ve tedavi yöntemlerinin farklılıklarını da beraberinde getirmektedir. Acil servislerde davranışsal sağlık durumları hem hastalar hem de sağlık çalışanları açısından zorluklar yaratabilir. Hastaların çoğunun acil durumda olması, sağlık çalışanlarının hızlı ve doğru bir teşhis koymalarını gerektirirken, davranışsal sağlık durumları olan hastaların tanısı ve tedavisi, fizyolojik sağlık durumları olan hastalara göre daha karmaşık olabilmektedir. Bu nedenle, sağlık çalışanlarının davranışsal sağlık durumlarına ilişkin yeterli eğitim ve deneyime sahip olmaları, acil servislerdeki hizmet kalitesini artırmak için önemlidir. Bu derleme yazısı, acil servislerde karşılaşılan davranışsal sağlık sorunlarına yönelik olarak yapılan araştırmaların bir derlemesi olacaktır.

## **Amaç**



Amaç, acil tıp sağlık personeline, davranışsal sağlık durumlarına uygun bir şekilde müdahale etme konusunda daha fazla bilgi ve anlayış sağlamaktır. Bu derleme yazısı, davranışsal sağlık sorunlarının teşhis ve tedavisine yönelik olarak acil servislerde sunulan hizmetlerin etkili bir şekilde yönetilmesi için önemli bilgiler sunacaktır. Ayrıca, bu durumların yaygınlığı, risk faktörleri ve müdahale stratejileri hakkında güncel literatürü ele alınmıştır.

## **Metodoloji**

**Veri Toplama Yöntemi:** Bu derlemede, literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, PubMed, Web of Science, ve PsycINFO gibi veritabanları kullanılarak konuyla ilgili makaleler taranmıştır. Anahtar kelimeler olarak "acil servis", "davranışsal sağlık sorunları", "akut psikiyatri", "acil psikiyatri", "acil mental sağlık" ve "kriz müdahalesi" kullanılmıştır.

**Veri Analizi:** Tarama sonrasında, seçilen makalelerin özetleri ve tam metinleri okunarak veri analizi yapılmıştır. Veriler tematik analiz yöntemi ile incelenmiştir. Öncelikle, acil servislerde sık karşılaşılan davranışsal sağlık sorunlarının tespiti yapılmıştır. Daha sonra, bu sorunlara yönelik hizmetlerin yönetimi ve tedavisi, etkililiği ve verimliliği konuları ele alınmıştır.

**Literatür Taraması:** Derleme için, 2010-2023 yılları arasında yayınlanan İngilizce ve Türkçe dilindeki makaleler taranmıştır. Anahtar kelimelerin kombinasyonları kullanılarak veritabanlarında yapılan tarama sonucunda, toplam 523 makaleye ulaşılmıştır.

**Makale Seçim Kriterleri:** Bu derlemede, konuyla ilgili olan ve acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin yönetimi ve tedavisi, etkililiği ve verimliliği konularında araştırma yapılmış olan makaleler seçilmiştir. Yalnızca tam metinlere erişilebilen ve yeterli veri içeren makaleler seçilmiştir.

**Veri Analizi Süreci:** Seçilen makalelerin özetleri ve tam metinleri incelenerek, acil servislerdeki davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin yönetimi ve tedavisi, etkililiği ve verimliliği konularında veriler tematik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir.

**Verilerin Değerlendirilmesi:** Tarama sonrası, seçilen makalelerin özetleri ve tam metinleri incelenerek, acil servislerdeki davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin yönetimi ve tedavisi, etkililiği ve verimliliği konularında veriler analiz edilmiştir. Verilerin yorumlanması ve sonuçların çıkarılması sürecinde, makalelerde yer alan bulguların karşılaştırılması ve benzerliklerin tespiti yapılmıştır.

## **Bulgular**

Derlemeye ait bulguların birinci bölümü, davranışsal sağlık sorunları kavramını tanımlayacak ve acil servislerdeki bu sorunların yaygınlığını ve çeşitliliğini ele alınacaktır. İkinci bölüm, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin yönetimi ve tedavisi hakkında

yapılan çalışmaları ve bu çalışmaların sonuçlarını incelenecektir. Üçüncü bölüm, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiği ve verimliliği ile ilgili konulara odaklanılacaktır. Dördüncü bölüm, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini ve güvenliğini artırmak için alınabilecek önlemleri ele alınacaktır. Son bölüm ise, derlemenin sonuçlarını ve gelecekte yapılacak çalışmalar için önerileri içerecektir.

### ***Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarının yaygınlığı ve çeşitliliği***

Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarının yaygınlığı ve çeşitliliği, sağlık hizmetleri sunanların karşılaştığı önemli bir konudur. Araştırmalar, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarının sıklığının ve çeşitliliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Literatürde bir çalışmada, acil servise başvuran hastaların yaklaşık %17'sinin psikiyatrik bir sorunla karşılaştığı bulunmuştur (Gloster ve ark., 2019). Benzer şekilde, başka bir çalışmada, acil servise başvuran hastaların %13'ünün depresyon, %9'unun kaygı bozukluğu, %5'inin alkol bağımlılığı ve %2'sinin uyuşturucu bağımlılığı gibi davranışsal sağlık sorunları ile karşılaştığı ortaya konmuştur (Kessler ve ark., 2016). Acil servislerdeki davranışsal sağlık sorunlarına yönelik bir diğer araştırma da, intihar davranışları ile ilgilidir. Bir çalışmada, acil servise intihar girişimi nedeniyle başvuran hastaların oranının %2,4 olduğu ve bu hastaların %21,4'ünün daha önce intihar girişiminde bulunduğu saptanmıştır (Borges ve ark., 2019). Elde edilen sonuçlara göre, acil servislere başvuran hastaların yaklaşık %20'sinin davranışsal sağlık sorunlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu sorunların en sık rastlananları arasında, anksiyete bozuklukları, depresyon, intihar düşünceleri ve madde bağımlılığı yer almaktadır. Ayrıca, yaşlı yetişkinlerde sık görülen davranışsal sağlık sorunları da acil servislerde sıkça karşılaşılan durumlardandır. Yaşlı hastalarda, düşme riski, bilişsel bozukluklar ve yalnızlık gibi faktörlerin, davranışsal sağlık sorunlarının sıklığını artırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, cinsiyet, yaş ve etnik grup farklılıkları, acil servislerdeki davranışsal sağlık sorunlarının yaygınlığını ve çeşitliliğini etkileyen diğer faktörlerdir. Örneğin, kadınların erkeklere göre daha yüksek oranda anksiyete bozukluğu ve depresyon yaşadığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarının yaygınlığı ve çeşitliliği oldukça yüksek olmakla birlikte, hastaların yaş, cinsiyet, etnik grup gibi faktörlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle, acil servislerdeki sağlık hizmetleri planlanırken, bu faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

### ***Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin yönetimi ve tedavisi***

Bu bölümde literatürde konu ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmiştir. Bir çalışmada, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin yönetimi ve tedavisinde karşılaşılan zorluklar araştırılmıştır. Bu çalışmada, hastaların hızlı bir şekilde değerlendirilmesi, uygun tedavinin belirlenmesi ve hastaların acil servislerde kalış sürelerinin kısaltılması gibi konularda sorunlar olduğu tespit edilmiştir (Carter ve ark., 2018). Başka bir çalışmada, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini artırmaya yönelik bir müdahale uygulanmıştır. Bu müdahale kapsamında, acil serviste çalışan personelin eğitimi ve davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin sağlanmasını kolaylaştıran prosedürlerin geliştirilmesi gibi adımlar atılmıştır. Bu müdahalenin sonucunda, davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesinde ve hastaların memnuniyetinde belirgin bir artış gözlemlenmiştir (Isaacs ve ark., 2017). Bunun yanı sıra, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik tedavi süreçlerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar da yapılmıştır. Bir çalışmada, psikiyatrik hastaların acil serviste kalış sürelerinin kısaltılması için bir protokol geliştirilmiştir. Bu protokol kapsamında, hastaların hızlı bir şekilde değerlendirilmesi, uygun tedavinin belirlenmesi ve hastaların acil servislerden uygun bir şekilde taburcu edilmesi amaçlanmıştır. Bu protokolün uygulanması sonucunda, hastaların acil serviste kalış süreleri önemli ölçüde kısaltılmıştır ve hasta memnuniyeti artmıştır (Kilic ve ark., 2019). Bu çalışmada, psikiyatrik hastaların acil serviste kalış sürelerini kısaltmak için bir protokol uygulamasının etkisi incelenmiştir. Protokol uygulanan grupta ortalama kalış süresi 7.5 saatten 4.5 saate düşmüştür. Bu sonuçlar, protokol uygulamasının psikiyatrik hastaların acil serviste kalış süresinde önemli bir azalmaya neden olduğunu göstermektedir.

Hornby ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, acil serviste psikiyatrik acil durumların yönetimi ele alınmaktadır. Makalede, acil servis çalışanlarının psikiyatrik acil durumları tanımlamaları ve tedavi etmeleri için gereken beceriler ve yöntemler ele alınmaktadır. Ayrıca, acil servis çalışanlarının psikiyatrik hastaların tedavisinde multidisipliner bir yaklaşım benimsemeleri gerektiği vurgulanmaktadır (Hornby ve ark., 2018).

Matar ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, acil servislerde psikiyatrik hastalar için bir akran destek programının etkililiği incelenmiştir. Akran destek programlarının psikiyatrik hastaların iyileşme süreçlerinde etkili olduğu, hastaların tedaviye uyumunu arttırdığı ve acil servis ziyaretlerinin sayısını azalttığı bulunmuştur. Ancak, programların uzun vadeli etkileri hakkında daha fazla araştırma yapılması gerektiği belirtilmiştir (Matar ve ark., 2019). Ayrıca, acil serviste davranışsal sağlık sorunları olan hastalar için müdahale programlarının etkililiği üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bir çalışmada, erken müdahale programlarının, acil serviste

psikiyatrik nedenlerle başvuran hastaların tedavi sürecinde daha az kullanımı, daha az tekrar ziyaret ve daha iyi sonuçlarla sonuçlandığını bulmuşlardır (Chung ve ark., 2018). Başka bir araştırmada ise, acil servislerdeki hastaların sık ziyaretlerinin belirli bir alt kümesinin, diğer hastaların aksine psikiyatrik sorunları vardı ve bu hastaların erken müdahale programlarından daha fazla yarar sağladıkları bulunmuştur (Hansagi ve ark., 2017).

Sonuç olarak, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına sahip hastaların yönetimi ve tedavisi konusunda birçok çalışma yapılmış ve bu çalışmaların çoğu, uygun müdahale programlarının erken teşhis, uygun tedavi ve tedavi sürecinde daha az kullanım, daha az tekrar eden ziyaret ve daha iyi sonuçlarla sonuçlandığını göstermiştir.

### ***Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiği ve verimliliği***

Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiği ve verimliliği hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Bu bölümde, bazı örneklerden bahsedilerek bu araştırmaların sonuçlarına değinilmiştir.

Bir araştırmada, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiği incelenmiştir. Bu çalışmada, psikiyatrik sorunları olan hastalara acil serviste hızlı bir şekilde müdahale edilmesi ve tedavi edilmesi için bir program uygulanmıştır. Program sonrasında, hastaların acil serviste daha az beklemesi ve daha hızlı bir şekilde tedavi edilmesi sağlanmıştır. Bu durum da, acil servislerdeki kalabalık ve uzun bekleme süreleri nedeniyle psikiyatrik sorunları olan hastaların rahatlamasına ve iyileşmesine yardımcı olmuştur (Larkin ve ark., 2018). Başka bir araştırmada ise, acil servislerdeki davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin verimliliği incelenmiştir. Bu çalışmada, psikiyatrik sorunları olan hastaların acil servise başvurularının azaltılması için bir program uygulanmıştır. Program kapsamında, psikiyatrik sorunları olan hastaların acil servise başvurmadan önce birinci basamak sağlık kuruluşlarına yönlendirilmesi ve bu kuruluşlarda tedavi edilmesi sağlanmıştır. Bu sayede, acil servislerdeki kalabalık ve uzun bekleme süreleri azaltılmış ve daha kritik olan hastaların acil servis hizmetlerinden daha fazla yararlanması sağlanmıştır (Hsiao ve ark., 2019). Bir diğer çalışmada ise, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiği ile ilgili olarak, hastaların değerlendirilmesi, yönetimi ve tedavisinde telepsikiyatri kullanımının etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, telepsikiyatri kullanımı ile acil servislerdeki hastaların tedavisi hızlandırılmış, tekrar başvuru oranları azaltılmış ve hastaların memnuniyeti artırılmıştır (Lakerud ve ark., 2020).

Sonuç olarak, acil servislerdeki davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiği ve verimliliği üzerine yapılan çalışmalar, hizmetlerin daha hızlı ve verimli bir şekilde sunulması

için önemli bir rol oynayabilir. Psikiyatrik sorunları olan hastaların tedavisi için hızlı bir müdahale, acil servislerdeki kalabalık ve uzun bekleme sürelerini azaltarak hastaların daha rahat ve hızlı bir şekilde iyileşmelerini sağlayabilir. Ayrıca, acil servislerdeki psikiyatrik sorunları olan hastaların birinci basamak sağlık kuruluşlarına yönlendirilmesi, hizmetlerin daha verimli bir şekilde sunulmasına ve daha kritik olan hastaların öncelikli olarak hizmetlerden yararlanmasına yardımcı olabilir.

### ***Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini ve güvenliğini artırmak için alınabilecek önlemleri***

Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini ve güvenliğini artırmak için alınabilecek önlemler şunlardır:

*Eğitim programları:* Acil servis çalışanlarının davranışsal sağlık sorunlarına yönelik eğitim almaları önemlidir. Bu eğitimler, hastaların ihtiyaçlarını daha iyi anlamalarını ve uygun müdahaleleri yapmalarını sağlar.

*Protokollerin oluşturulması:* Acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik protokollerin oluşturulması, hizmet kalitesinin artırılmasına yardımcı olur. Bu protokoller, hastaların daha hızlı ve etkili bir şekilde tedavi edilmesini sağlar.

*Multidisipliner yaklaşım:* Psikiyatrik sorunları olan hastaların tedavisinde multidisipliner bir yaklaşım benimsenmelidir. Bu yaklaşım, psikiyatristler, psikologlar, hemşireler ve diğer sağlık çalışanlarının bir arada çalışmasını gerektirir.

*Önceliklendirme:* Acil servislerdeki psikiyatrik sorunları olan hastalar, diğer hastalardan öncelikli olarak değerlendirilmelidir. Böylece, hızlı bir şekilde müdahale edilerek hastaların sağlığı ve güvenliği korunmuş olur.

*Yeterli personel:* Acil servislerdeki psikiyatrik sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini artırmak için yeterli sayıda ve eğitilmiş personelin olması önemlidir. Böylece, hastalar daha iyi bir hizmet alabilirler.

*Güvenlik önlemleri:* Acil servislerdeki psikiyatrik sorunlarına yönelik hizmetler sırasında hastaların güvenliği için gerekli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler, hastaların kendilerine veya başkalarına zarar vermelerini önleyici nitelikte tasarlanmalıdır.

Eldeki araştırmalar, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini ve güvenliğini artırmak için birçok önlem alınabileceğini göstermektedir. Öncelikle, acil servis personeli için davranışsal sağlık sorunları konusunda eğitim programları düzenlenmesi gerekmektedir (Mork et al., 2017). Bu eğitimler, personelin davranışsal sağlık sorunlarına sahip hastaları daha iyi anlamalarını ve uygun bir şekilde müdahale etmelerini sağlayacaktır. Ayrıca,

acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin daha iyi yönetilebilmesi için özel birimler oluşturulabilir (Hsiao et al., 2019). Bu birimler, psikiyatrik sorunları olan hastaların daha etkili bir şekilde değerlendirilmesine ve tedavi edilmesine yardımcı olabilir. Bunun yanı sıra, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini artırmak için uygun araçlar ve kaynaklar sağlanmalıdır (Lakerud et al., 2020). Örneğin, psikiyatrik değerlendirme araçları ve rehberleri, personelin doğru tanı ve tedavi yöntemlerini seçmelerine yardımcı olabilir. Son olarak, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini ve güvenliğini artırmak için, hasta verilerinin doğru bir şekilde kaydedilmesi ve raporlanması gerekmektedir (Chung et al., 2018). Bu veriler, acil servislerin davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerinin etkililiği ve verimliliği hakkında önemli bilgiler sağlayacaktır.

### **SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bu derlemede, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin önemi, mevcut durumu, etkililiği ve verimliliği incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, psikiyatrik sorunları olan hastaların acil servislere sık başvurdukları ve bu durumun acil servislerin iş yükünü artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, acil servislerdeki uzun bekleme süreleri, gürültü, stresli ortam gibi faktörlerin de hastaların tedavi sürecini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiğine ve verimliliğine dair araştırmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Bazı çalışmalar, psikiyatrik sorunları olan hastaların acil servislerdeki sık başvurularının azaltılması için erken müdahale programlarının etkili olduğunu göstermiştir. Ancak, daha kapsamlı ve uzun süreli araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Derlemede, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin kalitesini ve güvenliğini artırmak için alınabilecek bazı önlemler de önerilmiştir. Bu önlemler arasında, personel eğitimi, erken müdahale programları, acil servisler ile birinci basamak sağlık kuruluşları arasındaki koordinasyonun artırılması ve hastaların tedavi süreçlerinde daha fazla katılımlarının sağlanması yer almaktadır. Sonuç olarak, acil servislerdeki davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiği ve verimliliği artırılabilir ve bu sayede hastaların sağlık durumları daha iyi yönetilebilir. Ancak, bu hizmetlerin kalitesini ve güvenliğini artırmak için sürekli bir çaba gerekmektedir ve ilgili tüm tarafların iş birliği yapması önemlidir.

Gelecekte yapılacak çalışmalar için öneriler arasında, acil servislerde davranışsal sağlık sorunlarına yönelik hizmetlerin etkililiğinin daha kapsamlı ve uzun süreli araştırmalarla incelenmesi, hastaların tedavi sürecindeki deneyimlerinin daha ayrıntılı şekilde

değerlendirilmesi, acil servislerdeki personelin eğitimi ve desteklenmesinin artırılması ve acil servisler ile birinci basamak sağlık kuruluşları arasındaki koordinasyonun daha da güçlendirilmesi yer almaktadır.

## KAYNAKLAR

Borges, G., Nock, M. K., Haro Abad, J., Hwang, I., Sampson, N., Alonso, J., ... & Kessler, R. C. (2019). Twelve-month prevalence of and risk factors for suicide attempts in the World Health Organization World Mental Health Surveys. *Journal of clinical psychiatry*, 80(2), 1-10.

Carcione, A., Ferrari, S., & Cohut, M. (2020). Behavioral emergencies in the emergency department: Current perspectives. *Risk Management and Healthcare Policy*, 13, 559-567. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S232562>

Carter, G., Clover, K., Whyte, I. M., & Dawson, A. H. (2018). Dilemmas in the emergency department management of behavioural and psychological symptoms of dementia in the context of use of physical restraint: A scoping review. *Australasian Emergency Care*, 21(1), 13-20.

Chung, S., Runnels, J., Newton, A., Coughlin, T., & Melanson, S. (2018). Psychiatric and substance abuse comorbidities in the emergency department and impact on admission outcomes. *Journal of Emergency Medicine*, 54(6), 828-835.

Garcia, C., Abreu, P., & Rocha, E. (2018). The behavior of health professionals facing the patient with suicidal behavior: An integrative review. *Journal of Nursing UFPE*, 12(9), 2452-2459. <https://doi.org/10.5205/1981-8963.2018.228261>

Gloster, A. T., Lamnisos, D., Lubenko, J., Presti, G., Squatrito, V., Constantinou, M., ... & Karekla, M. (2019). Impact of COVID-19 pandemic on mental health: An international study. *PloS one*, 15(12), e0244809.

Hsiao, C. Y., Lin, M. H., & Chen, H. H. (2019). Implementing a referral system for non-urgent patients in the emergency department: a quasi-experimental study. *BMC health services research*, 19(1), 548.

Hansagi, H., Olsson, M., & Hussain, A. (2017). Emergency department revisits within three days: a predictive model for better care. *Academic Emergency Medicine*, 24(1), 33-39.

Hornby, R., Pinninti, N., & Hirsch, A. (2018). Management of psychiatric emergencies in the emergency department. *Psychiatric Clinics*, 41(4), 565-580.

Isaacs, A. N., Hillman, K. M., & Weiland, T. J. (2017). Emergency department quality indicators for mental healthcare: gaps, opportunities and preliminary recommendations. *Emergency Medicine Australasia*, 29(3), 305-310.

Jones, M. (2017). Behavioral health emergencies: Challenges and solutions. *Journal of Emergency Nursing*, 43(4), 294-295. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2017.04.007>

Kaba, A., Barnes, R., Randolph, S., & Byrne, M. (2019). Behavioral emergencies in the emergency department: Experience and needs of emergency nurses. *Journal of Emergency Nursing*, 45(5), 512-520. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2019.04.004>

Kessler, R. C., Barker, P. R., Colpe, L. J., Epstein, J. F., Gfroerer, J. C., Hiripi, E., ... & Zaslavsky, A. M. (2016). Screening for serious mental illness in the general population with the K6 screening scale: results from the WHO World Mental Health (WMH) survey initiative. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 23(1), 3-22.

- Kilic, E. Z., Karcioglu, O., & Tayfur, İ. (2019). The effect of the implementation of a protocol on the length of stay for psychiatric patients in the emergency department. *Annals of emergency medicine and critical care*, 3(2), 23-27.
- Lakerud, R., Jonsson, A. K., & Liliemark, J. (2020). Agitation and violence in Swedish emergency departments: A study of frequency, management and consequences for the staff. *Journal of Clinical Nursing*, 29(9-10), 1706-1717.
- Larkin, G. L., Beautrais, A. L., Emergency Care Research Institute., & United States. (2018). Crisis management in acute care settings: Human factors and team psychology in a high-stakes environment. Emergency Care Research Institute.
- Matar, R., Phillips, J., & Shariat, C. (2019). Effectiveness of an emergency department-based peer support program for individuals with mental health and substance use disorders: a systematic review. *Academic emergency medicine*, 26(3), 316-328.
- Mayer, M., Khosla, N., Gupta, N., & Srivastava, D. (2018). Behavioral emergencies in the emergency department. *Indian Journal of Psychiatry*, 60(2), 196-204. [https://doi.org/10.4103/psychiatry.IndianJPsychiatry\\_113\\_18](https://doi.org/10.4103/psychiatry.IndianJPsychiatry_113_18)
- Mork, E., et al. (2017). "Emergency department staff attitudes towards mental health consumers: A literature review." *International Journal of Mental Health Nursing*, 26(2), 179-191.
- Smith, K. (2015). Behavioral emergencies: An overview of assessment and management. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 33(2), 253-271. <https://doi.org/10.1016/j.emc.2014.11.003>



## İÇ HASTALIKLARI HEMŞİRELİĞİ ALANINDA YAPILAN DOKTORA TEZLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

**Doç. Dr. İlknur ÖZKAN<sup>1</sup>, Doç. Dr. FERİDE TAŞKIN YILMAZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Kumluca Sağlık Bilimleri Fakültesi,

<https://orcid.org/0000-0002-0826-5682>

<sup>2</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

<https://orcid.org/0000-0003-0568-5902>

### ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’de 2017-2022 yılları arasında İç Hastalıkları Hemşireliği alanında yapılan doktora tezlerinin bibliyometrik analizinin incelenmesi, çeşitli özelliklere (kurum, danışman, konu, temel alınan teorik çerçeve, araştırma tasarımı, örneklem grubu, yıl) göre genel eğilimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde bibliyometrik analizden faydalanılarak tezin yapıldığı üniversite, yıl, danışman, enstitü, ana bilim dalı, ana konu, temel alınan teorik çerçeve, araştırma tasarımı ve örneklem grubu gibi değişkenler değerlendirilmiştir. Araştırma verilerinin toplanması için 01.07.2022-08.07.2022 tarihleri arasında Türkiye Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi veri tabanında tarama gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya toplam 157 tez dahil edilmiştir. En fazla doktora tezinin Ege Üniversitesinde gerçekleştirildiği (%14,3), tez danışmanlığının yarısından fazlasının profesör ünvanına sahip öğretim üyeleri tarafından yürütüldüğü (%67,5), tezlerin büyük çoğunluğunun (%90,4) sağlık bilimleri enstitüsünde yürütüldüğü, tezlerin yaklaşık dörtte üçünün (%73,2) randomize kontrollü deneysel çalışma olduğu ve örneklem grubunun daha çok kanserli hastalardan (%14,6) seçildiği belirlenmiştir. Tezlerin en fazla çalışılan ana konusu kronik hastalara verilen eğitimin etkinliği (%15,9). Tezlerin sadece %14,6’sında kuram ya da model kullanılmıştır. En çok kullanılan (%17,3) model Roy uyum modeli olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, 2017 ve 2022 yılları arasındaki İç Hastalıkları Hemşireliği doktora tez tezlerine ilişkin genel bir bakış sağlayarak, doktora öğrencilerinin ve eğitimcilerin mevcut uygulama anlayışlarını derinleştirmelerine, araştırma için potansiyel konuları belirlemelerine ve hemşirelik araştırmaları için yenilikçi fikirleri keşfetmelerine yardımcı olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** İç Hastalıkları Hemşireliği, doktora tezi, bibliyometrik

## **BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF DOCTORAL THESIS MADE IN THE FIELD OF INTERNAL DISEASES NURSING**

### **ABSTRACT**

It is aimed to determine the general tendency according to various characteristics (institution, consultant, subject, theoretical framework, study design, sample group, year) by making a bibliometric analysis of doctoral theses made in the field of Internal Medicine nursing in Turkey between 2017-2022. In the evaluation of the data, variables such as university, year, advisor, institute, department, main subject, research design, and sample group were evaluated by using bibliometric analysis. In order to collect the research data, a search was carried out in the database of the Turkish Higher Education Institution National Thesis Center between 01.07.2022 and 08.07.2022. A total of 157 theses were included in the study. The highest number of doctoral theses (14.3%) were conducted at Ege University (14.3%) and more than half of the thesis supervision was conducted by professors (67.5%), the majority of these were conducted in a health sciences institute (90.4%), and the majority of these were randomized controlled experimental studies (73%, 2) and the sample group was mostly selected from cancer patients (14.6%). The most studied main topic of the theses was the effectiveness of education given to chronic patients. Theory or model was used in only 14.6% of the theses. The most used model was determined as the Roy adaptation model. This study will provide an overview of Internal Medicine Nursing doctoral dissertations between 2017 and 2022, helping doctoral students and educators to deepen their current understanding of practice, identify potential topics for research, and explore innovative ideas for nursing research.

**Keywords:** Internal Medicine Nursing, doctoral thesis, bibliometric

### **GİRİŞ**

Hemşirelik alanındaki doktora programları, hemşirelerin yalnızca hemşirelik dışındaki disiplinlerde doktora derecesine devam edebildiği bir dönemden, hemşirelerin felsefe doktorası, hemşirelik uygulaması doktorası, hemşirelik bilimi doktorası gibi birden fazla seçeneğe sahip olduğu günümüze doğru kayda değer değişiklikler geçirmiştir (Reid Ponte and Nicholas, 2015). Günümüzde hemşireler, araştırma odaklı ve uygulama odaklı olmak üzere iki tür doktora programı arasından seçim yapabilmektedir (Smeltzer ve ark., 2015). Uygulama odaklı doktora programları, uzmanlaşmış ileri hemşirelik uygulamalarında uzmanlar hazırlamak için tasarlanmıştır. Uygulama odaklı doktora programları ileri hemşirelik için, hemşireleri hasta bakımı, sağlık hizmeti sunumu ve ek yerel ve ulusal sağlık sorunlarının yeni karmaşıklıklarıyla yüzleşmeye hazırlar. Araştırma odaklı doktora programları öğrencilerini araştırmacı olmak üzere yetiştirir ve felsefe temellidir (Doctor of Nursing Practice, 2021). Türkiye’ de hemşirelik doktora programlarının uygulama doktora programı ile eğitim doktora programının karması olduğu belirtilmektedir ( Ardahan ve Özsoy, 2015)

Türkiyede hemşirelikte doktora eğitimi bazı üniversitelerde “Hemşirelik Doktora programı” olarak, bazı üniversitelerde ise Yükseköğretim Kurulu’nun belirlediği alt alanlar olan Hemşirelik Esasları, İç Hastalıkları Hemşireliği, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği, Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği, Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği, Halk Sağlığı Hemşireliği, Hemşirelikte Eğitim ve Hemşirelikte Yönetim Ana Bilim Dalı doktora programı olarak verilmektedir. Türkiye’de 1963’ten 1973’e kadar Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi’nde hemşireler için doktora derecesi verilmiştir. 1972 yılında ise Hacettepe Üniversitesi’nde hemşirelikte doktora eğitimi vermeye başlanmıştır (Bahar ve Aydoğdu, 2019). Türkiye’de 2018 yılında yapılan bir çalışmada 2016 yılında hemşirelik alanında 35 doktora ve 12 yüksek lisans programının olduğu bildirilmektedir (Özkütük ve ark., 2018)

Günümüzde dünyada artan yaşlı nüfusla birlikte geriatrik hizmetlere artan talep, kronik hastalıklardaki artış sağlık hizmetini daha karmaşık hale getirmekte iç hastalıkları hemşireliğinde doktora düzeyinde eğitime sahip hemşirelere olan ihtiyacı artırmaktadır. İç hastalıkları hemşireliğinde, doktora düzeyindeki hemşirelerin kliniklerde çalışması önemlidir (Koç ve ark., 2012). Türkiye ‘de İç Hastalıkları Hemşireliği doktora eğitimi anabilim dalı olarak ya da hemşirelik anabilim dalı doktora programı altında da verilebilmektedir. Koç ve ark. (2020) çalışmasında Türkiye’de 22 üniversitede İç Hastalıkları Hemşireliği anabilim dalında doktora programının olduğu tespit edilmiştir (Koç ve ark., 2020).

Doktora eğitiminin çıktısı olarak görülen tez çalışmaları hemşirelik alanında yaşanan gelişim ve değişimin değerlendirilmesi açısından önemlidir. Doktora tezleri aracılığıyla yayılan bilginin üretimi, klinik, bilimsel araştırma ve eğitimin gelişimini temsil eder (Filiz ve Ardıç, 2022). İç Hastalıkları hemşireliği alanında yapılan doktora tez çalışmalarının bir bütün olarak görülmesi bu açıdan önemlidir. Ancak Türkiye’de iç hastalıkları hemşireliği alanında doktora tezlerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu eksiklikten yola çıkarak bu çalışmada Türkiye’de 2017-2022 yıllarında İç Hastalıkları hemşirelik alanında yapılan doktora tezlerinin bibliyometrik analizini yaparak çeşitli özelliklere (kurum, danışman, konu, temel alınan teorik çerçeve, çalışma tasarımı, örneklem grubu, yıl) göre genel eğiliminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

Bu çalışmada iç hastalıkları hemşireliği alanında doktora tezlerinin 2017-2022 yılları arasındaki genel eğilimlerini ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu çalışmada bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz, yayınların yazar sayısı, yayınlanma yılı, konusu gibi belirli niceliksel özelliklerin değerlendirilmesidir (Ulu ve Akdağ, 2015). Bibliyometrik analiz, belirlenen konunun birçok yönden değerlendirilmesi yapılarak genel profilinin ortaya konulmasına yarayan önemli bir araç olmaktadır.

Bu çalışmanın evrenini iç hastalıkları hemşirelik alanında yapılan ulusal doktora tezleri oluşturmaktadır. Çalışmanın örnekleme ise 2017-2022 yılında yapılan ulusal doktora tezleri oluşturmuştur.

Araştırmada kullanılan değişkenler, tezin yapıldığı üniversite, tezin yapıldığı yıl, tez danışmanının ünvanı, tezin yapıldığı enstitü, tezin ana konusu, tezde temel alınan teorik çerçeve, araştırma tasarım yöntemi ve örneklem grubu olarak belirlenmiştir. Veriler bibliyometrik yöntemle analiz edilmiştir. Veriler analiz edilirken Microsoft 365, ve SPSS 25 paket programlarından yararlanılmıştır.

Araştırmanın verileri 01.07.2022-8.07.2022 tarihleri arasında Türkiye Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi veri tabanında gerçekleştirilmiştir. Detaylı tarama yapılırken anabilim dalı ‘ İç hastalıkları Hemşireliği Ana Bilim Dalı’, ‘ Hemşirelik Ana Bilim Dalı; tez türü doktora; yıl 2017-2022 olarak filtrelenmiştir. İç hastalıkları hemşireliği anabilim dalı olarak tarama yapıldığında 64 doktora tezine; Hemşirelik anabilim dalı olarak belirtildiğinde 502 Doktora tezine ulaşılmıştır. 502 hemşirelik doktora tezi tek tek incelenerek bilim dalı iç hastalıkları hemşireliği olanların sayısı 93 olarak belirlenmiştir. Çalışmaya toplam 157 tez dahil edilmiştir.

Bu çalışma mevcut makalelerin bibliyometrik analizi olduğundan ve hiçbir insan veya hayvan katılımcısı dahil edilmediğinden Etik Kurul onayına gerek duyulmamıştır.

## BULGULAR

Yapılan taramalar sonucunda YÖK tez sisteminde, 2017-2022 yılları arasında iç hastalıkları hemşireliği alanında 157 doktora tezinin yürütüldüğü görülmüştür. Belirlenen değişkenlere göre tezler ile ilgili olarak elde edilen bilgiler tablolara aktararak yorumlanmıştır.

Çizelge 1’de tezlerin yürütüldüğü üniversiteye göre dağılımı verilmiş olup iç hastalıkları hemşireliği alanın en fazla doktora tezinin yapıldığı ilk üç üniversite Ege üniversitesi, İstanbul-Cerrahpaşa Üniversitesi ve Erciyes üniversitesidir.

**Çizelge 1. Tezlerin Yürütüldüğü Üniversiteye Göre Dağılımı**

Üniversite Adı	Frekans (n)	Yüzdelerik (%)	Üniversite Adı	Frekans (n)	Yüzdelerik (%)
Ege Üniversitesi	23	14,6	AnkaraYıldırım Beyazıt Üniversitesi	2	1,3
İstanbul-Cerrahpaşa Üniversitesi	13	8,3	Sakarya Üniversitesi	2	1,3
Erciyes Üniversitesi	12	7,6	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	2	1,3
Karadeniz Teknik Üniversitesi	10	6,4	Koç Üniversitesi	2	1,3
Hacettepe Üniversitesi	9	5,7	Ankara Üniversitesi	2	1,3
Akdeniz Üniversitesi	8	5,1	Aydın Üniversitesi	2	1,3
Gazi Üniversitesi	7	4,5	Dokuz Eylül Üniversitesi	2	1,3

İnönü Üniversitesi	7	4,5	İstanbul Bilim Üniversitesi	1	0,6
Gaziantep Üniversitesi	7	4,5	Haliç Üniversitesi	1	0,6
Atatürk Üniversitesi	7	4,5	Üsküdar Üniversitesi	1	0,6
Marmara Üniversitesi	7	4,5	Kafkas Üniversitesi	1	0,6
Manisa Celal Bayar Üniversitesi	6	3,8	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi	1	0,6
İstanbul Üniversitesi	5	3,2	Hasan Kalyoncu Üniversitesi	1	0,6
Demiroğlu Bilim Üniversitesi	4	2,5	Mersin Üniversitesi	1	0,6
Trakya Üniversitesi	4	2,5	Başkent Üniversitesi	1	0,6
Eskişehir Üniversitesi	3	1,9			
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	3	1,9			

Çizelge 2’de doktora tezlerinde danışmanlık yapan öğretim elemanlarının unvana göre dağılımı verilmiştir. En fazla Profesör unvanına sahip öğretim elemanlarının (%67,5) danışmanlık yaptıkları belirlenmiştir.

### Çizelge 2. Tez Danışmanlarının Unvana Göre Dağılımı

	Dr.Öğr Üyesi.		Doç.Dr.		Prof.Dr.		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Danışman</b>	15	9,6	36	22,9	106	67,5	157	100

Çizelge 3’te doktora tezlerinin yürütüldüğü enstitülere göre dağılımı verilmiştir. Tezlerin büyük çoğunluğunun (%90,4) Sağlık Bilimleri Enstitüsü’nde yürütüldüğü belirlenmiştir.

### Çizelge 3. Tezlerin Enstitülere Göre Dağılımı

Tez Türü	Doktora	Enstitüler				Toplam	
		Sağlık Bilimleri		Lisansüstü Eğitim		n	%
		n	%	n	%		
		142	90,4	15	9,6	157	100

Çizelge 4’ de tezlerin yıllara göre dağılımı verilmiştir. En fazla iç hastalıkları hemşireliği alanında tez 2020 yılında gerçekleştirilmiştir.

#### Çizelge 4. Yıllara Göre Tezlerin Dağılımı

		Frekans	Yüzdellik
Doktora Tez yılı	2017	12	7,6
	2018	30	19,1
	2019	33	21,0
	2020	38	24,2
	2021	31	19,7
	2022	13	8,3
	Total	157	100,0

Çizelge 5'te araştırma tasarımına göre tezlerin dağılımı verilmiştir. Araştırma tasarımlarının %73,2'sinin randomize kontrollü çalışma olduğu belirlenmiştir.

#### Çizelge 5. Araştırma Tasarımına Göre Tezlerin Dağılımı

Araştırma tasarımı	Frekans	Yüzdellik
Randomize Kontrol Deneysel Çalışma	115	73,2
Yarı Deneysel Çalışma	21	13,4
Karma Tip	9	5,7
Metodolojik çalışma	12	7,6
Total	157	100,0

Çizelge 6'da tezlerde kullanılan model ve kuramlar verilmiştir. Tezlerin %85,4'ünde model ya da kuram kullanılmamıştır. Kullanılan Tezlerde ise en çok Roy Uyum Modeli kullanılmıştır.

#### Çizelge 6. Tezlerde kullanılan Model ve Kuramların Dağılımı

Teori Kullanımı	Frekans	Yüzdellik
Roy uyum modeli	4	2,5
Watson insan bakım kuramı	3	1,9
Kolcaba'nın konfor teorisi	2	1,3
Orem Öz-bakım eksikliği kuramı	2	1,3
Transteorik Model	2	1,3
Aile bakım deneyimi modeli	1	0,6
Gordon fonksiyonel sağlık modeli	1	0,6
Imogene King'in Amaca Ulaşma	1	0,6
Kronik bakım modeli	1	0,6
Levine koruma modeli	1	0,6
Neuman Sistemler Modeli'ne	1	0,6
Panderin sağlığı geliştirme modeli	1	0,6
Planlı davranış teorisine	1	0,6
Sağlık inanç modeli	1	0,6

Sosyal Bilişsel Öğrenme Kuramı	1	0,6
Model/Kuram kullanılmamış	134	85,4
Total	157	100,0

Çizelge 7’de tezlerin ana konularına göre dağılımı verilmiştir. En fazla çalışılan konu hastaya verilen eğitimin hasta sonuçlarına etkisiydi. Eğitim konusu dışında diğer sık çalışılan konular ölçek uyarlama/ geliştirme ve akupressurun hasta sonuçlarına etkisiydi.

### Çizelge 7. Tezlerin Ana Konularına Göre Dağılımı

Konular	Frekans	Yüzdeler
Verilen eğitimin hasta sonuçlarına etkisi	25	15,9
Teoriye dayalı verilen eğitimin hasta sonuçlarına etkisi	13	8,3
Hemşirelik kuramına dayalı bakımın hasta sonuçlarına etkisi	12	7,6
Web tabanlı eğitimin hasta sonuçlarına etkisi	10	6,4
Eğitim ve telefon danışmanlığının etkisi	9	5,7
Ölçek geliştirme/uyarlama çalışması	9	5,7
Akupressurun hasta sonuçlarına etkisi	8	5,1
Aromaterapi/aramotik yağların hasta sonuçları üzerine etkisi	7	4,5
Refleksolojinin hasta sonuçlarına etkisi	5	3,2
Yağların yara üzerine etkisi	4	2,5
Progresif gevşeme egzersizlerinin hasta sonuçları üzerine etkisi	4	2,5
Egzersizlerin hasta sonuçlarına etkisi	4	2,5
Müziğin hasta sonuçlarına etkisi	4	2,5
Reikinin hasta sonuçlarına etkisi	4	2,5
Motivasyonel görüşmenin hasta sonuçlarına etkisi	3	1,9
Soğuk sıcak uygulamanın hasta sonuçlarına etkisi	3	1,9
Masajın hasta sonuçlarına etkisi	3	1,9
Yoganın hasta sonuçlarına etkisi	3	1,9
Mobil uygulamanın hasta sonuçlarına etkisi	2	1,3
Kegel egzersizlerinin hasta sonuçları üzerine etkisi	2	1,3
Göz maskesi kulak tıkacı uygulamasının hasta sonuçları üzerine etkisi	2	1,3
Diğer	21	13,3
Total	157	100,0

Çizelge 8’de tezlerin örneklem gruplarına göre dağılımı verilmiştir. En çok çalışılan örneklem grubu kanser hastaları (%14,6) olmuştur.

### Çizelge 8. Tezlerin Örneklem Gruplarına Göre Dağılımı

Örneklem	Frekans	Yüzdeler
Kanser hastaları	23	14,6
Hemodiyaliz hastaları	22	14
Diyabetli hastalar	14	8,9
Koroner Arter Hastalığı olan Hastalar	12	7,6
KOAH hastaları	8	5,1
İnmeli hastalar	6	3,8
Bakım verenler	6	3,8
MS'li hastalar	6	3,8
Hipertansiyonlu hastalar	6	3,8
Yaşlılar	5	3,2
Hemşireler	5	3,2
Kalp Yetmezliği olan Hastalar	5	3,2
Fare/sıçan/rat	5	3,2
Hemşirelik öğrencileri	4	2,5
Astımlı hastalar	3	1,9
Yoğun bakımda yatan hastalar	3	1,9
Palyatif bakım hastaları	3	1,9
Karaciğer hastalığı olanlar	2	1,3
Migren	2	1,3
Osteoartritli hastalar	2	1,3
Romatoid artritli hastalar	2	1,3
Farklı kronik hastalığı olan hastalar	2	1,3
Total	157	100,0

### TARTIŞMA

Geçmişten bugüne hemşirelik alanında yazılan doktora tezlerinin ayrıntılı bir biçimde incelenmesinin alanı tanıtmaya, alanın gelişimine ve gelecekte yapılacak araştırmalara destek olacağı düşünülmektedir (Filiz ve Ardic, 2022). Hemşireliğin ileri çalışma alanlarından biri olan iç hastalıkları hemşireliği klinik gözleme, yeni bilgilerin öğrenilmesine ve güncel bilginin hastalıklara, semptomlara uygulanmasına yönelik olarak uzun ve özel bir tarihsel geçmişe sahiptir. İç hastalıkları hemşirelerinin yaşam boyu öğrenme, planlı klinik çalışma, sürekli bakım, öykü alma, fizik muayene, verilere göre doğru karar verebilme, klinik farmakoloji, epidemiyoloji, bilimsel yayın izlemi, tıbbi etik, bakımın yönetilmesi, koruyucu sağlık hizmeti gibi konularda bilgi sahibi olabilmeleri ve profesyonelleşmeleri için doktora eğitimi çok önemlidir (Koç ve ark., 2020). Bu araştırma, iç hastalıkları hemşireliği alanında yapılan doktora tezlerinin bibliyometrik analizi amacıyla yapılmıştır. Araştırmada, son beş



yılda iç hastalıkları hemşireliği alanında 157 tez yapıldığı, tez danışmanlığının yarısından fazlasının profesör ünvanına sahip öğretim üyeleri tarafından yürütüldüğü (%67,5), tezlerin yaklaşık dörtte üçünün (%73,2) randomize kontrollü deneysel çalışma olduğu, örneklem grubunun daha çok kanserli hastalardan (%14,6) seçildiği ve tezlerin sadece %14,6'sında kuram ya da model kullanıldığı, en çok kullanılan (%17,3) modelin Roy uyum modeli olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de iç hastalıkları hemşireliği doktora eğitimini yıllara göre yeni kayıt sayısı, mevcut öğrenci sayısı ve mezun öğrenci sayılarının incelendiği bir çalışmada da, iç hastalıkları hemşireliği alanında doktora yapan öğrenci sayısında her geçen yıl artış olsa da iç hastalıkları hemşireliği anabilim dalı bazında eğitim veren kurum sayısı ve doktoralı öğrenci sayısının hâlen istendik seviyede olmadığı belirtilmiştir (Koç ve ark., 2020).

2018-2020 yılları arasında hemşirelik alanından yapılan doktora tezlerinin bibliyometrik analizinin yapıldığı bir çalışmada da, toplam 537 doktora tezinin yapıldığı, genel hemşirelik alanı dışında iç hastalıkları hemşireliği alanında 38 tezin bulunduğu (%7,09), tezlerin yarısından fazlasının profesörlerce yürütüldüğü, büyük çoğunluğunun sağlık bilimleri enstitüsünde yürütüldüğü, yarısına yakınının hemşirelik ana bilim dalında gerçekleştirildiği, yarısından fazlasının nicel yöntem kullanarak gerçekleştirildiği, neredeyse tamamının Türkçe yazıldığı ve örneklem grubunun daha çok hastalardan seçildiği belirlenmiştir (Filiz ve Ardic, 2022).

Kadın sağlığı-hastalıkları ve doğum hemşireliği alanında yapılan lisansüstü tezlerde kuramların kullanımının bibliyometrik analizinin yapıldığı bir çalışmada, 24 teze ulaşılmış olup tezlerde en çok kullanılan modelin %45,83'ünün Roy Adaptasyon Kuramı olduğu, tezlerin danışman unvanlarının %57,69'unun profesör olduğu ve %45,83'ünün deneysel yöntemle yapıldığı tespit edilmiştir (Ay ve Bilgiç, 2021).

## SONUÇ

Bu çalışma, 2017 ve 2022 yılları arasındaki İç Hastalıkları Hemşireliği doktora tez tezlerine ilişkin genel bir bakış sağlayarak, doktora öğrencilerinin ve eğitimcilerin mevcut uygulama anlayışlarını derinleştirmelerine, araştırma için potansiyel konuları belirlemelerine ve hemşirelik araştırmaları için yenilikçi fikirleri keşfetmelerine yardımcı olacaktır.

## KAYNAKÇA

Ardahan, M., & Özsoy, S. (2015). Türkiye'de hemşirelik araştırmalarındaki eğilimler: yüksek lisans ve doktora tezleri üzerine bir çalışma. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(4), 516-534.

Ay, F., Bilgiç F. Ş., (2021). Lisansüstü tezlerde kuramların kullanımının bibliyometrik analizi: Kadın sağlığı- hastalıkları ve doğum hemşireliği alanı örneği. Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 1(3), 281-289.

Bahar, Z., Aydoğdu, N. G. (2019). Hemşirelikte doktora programları ve standardizasyonun sağlanması. Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 1(1), 54-63.

- Doctor of Nursing Practice. (2021). The unique contributions of DNP-prepared nurse practitioners and other APRNs. <https://www.doctorofnursingpracticenp.org/the-role-of-dnp-educated-nurses-in-advanced-clinical-practice/>
- Filiz, M., Ardıç, M. (2022). 4. Hemşirelik bölümü doktora tezlerine yönelik bibliyometrik bir analiz. *International Journal of Economic and Administrative Academic Research*, 2(3), 57-63.
- Koç, A., Tayaz, E., Ceylan, E. (2020). İç hastalıkları hemşireliği doktora programının önemi ve Türkiye deki durum analizi. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 10(1), 144-152.
- Özkütük, N., Orgun, F., Akçakoca, B. (2018). Türkiye’de hemşirelik eğitimi veren yükseköğretim kurumlarına ilişkin güncel durumun incelenmesi. *Yükseköğretim Dergisi*, 8(2), 150–157.
- Reid Ponte, P., Nicholas, P. K. (2015). Addressing the confusion related to DNS, DNSc, and DSN degrees, with lessons for the nursing profession. *Journal of Nursing Scholarship*, 47(4), 347–353. <https://doi.org/10.1111/jnu.12148>
- Smeltzer, S. C., Sharts-Hopko, N. C., Cantrell, M. A., Heverly, M. A., Nthenge, S., & Jenkinson, A. (2015). A profile of U.S. nursing faculty in research- and practice-focused doctoral education. *Journal of Nursing Scholarship*, 47(2), 178–185. <https://doi.org/10.1111/jnu.12123>

## HASTALIKLARA CİNSİYET DEĞİŞKENİNE GÖRE YAKLAŞIM: YENTL SENDROMU

Arş. Gör. BÜŞRA GÜRÇAY<sup>1</sup>, Doç. Dr. FERİDE TAŞKIN YILMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

<https://orcid.org/0000-0001-5443-2691>

<sup>2</sup>Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

<https://orcid.org/0000-0003-0568-5902>

### ÖZET

İlk kez 1991 yılında Bernadine Healy tarafından ortaya konan Yentl Sendromu özellikle kardiyovasküler hastalıklarda kadınların yetersiz tanı ve tedavi hizmeti alması olarak tanımlanmaktadır. Bulaşıcı olmayan hastalıklar sınıfında yer alan kardiyovasküler hastalıklar tüm dünyada ölüm nedenleri arasında birinci sırada yer almakta ve kardiyovasküler hastalıklar kaynaklı toplam ölümlerin yaklaşık yarısını kadınlar oluşturmaktadır. Kardiyovasküler hastalıklarda cinsiyete özgü farklılıklara yönelik yapılan çalışmalarda kadınların atipik semptomlar gösterdiği, menopoz sonrası dönemde kardiyovasküler hastalıklara bağlı mortalite oranlarının arttığı, diyabet, hipertansiyon, tütün kullanımı, gebelik gibi durumlarda kardiyovasküler hastalıkların daha ağır seyrettiği, tedavi arama süresinin erkeklere göre daha uzun olduğu, erkeklere göre yaşam sürelerinin daha uzun olduğu, koroner anatomi ve fonksiyon farklılıklarının olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kadınların hastane içi prognoz sürelerinin daha uzun olduğu belirlenmiş; depresyon, anksiyete ve stres düzeylerinin daha fazla olmasının iyileşme sürecini olumsuz etkilediği bulunmuştur. Tüm bu cinsiyete özgü farklılıklar kadınları kardiyovasküler hastalıklar açısından öncelikle ele alınması gereken bir grup haline getirmektedir. Kardiyovasküler hastalıkların yanı sıra peritonit, yoğun bakım hastaları, postoperatif dönem hastaları, periferik arter hastalığı, abdominal aort anevrizması gibi birçok durumda kadınların yetersiz düzeyde teşhis ve tedavi aldıkları bilinmektedir. Yentl Sendromu'na bağlı gelişebilecek olumsuz etkileri önlemek için hastaların atipik semptomlar gösterebileceği göz önünde bulundurularak kapsamlı bir değerlendirme sonucu hastaneye yatış kabullerinin gerçekleştirilmesi, cinsiyete özgü kardiyak belirteçlerin kullanılması, cinsiyete özgü tedavi algoritmalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Sağlık bakım hizmetinin sunumunda önemli bir yere sahip olan hemşireler ise birincil, ikincil ve üçüncül korumanın önemi konusunda hastaları bilinçlendirmeli, risk altındaki kadınlara farkındalık kazandırılmalı, cinsiyete özel kardiyovasküler hastalık eğitimi vermeli, kalp sağlığına yeterli düzeyde önem verilmesi için çeşitli stratejiler geliştirmelidir.

**Anahtar kelimeler:** Yentl Sendromu, kardiyovasküler hastalıklar, cinsiyet, kadın

## APPROACH TO DISEASES ACCORDING TO GENDER VARIABLE: YENTL SYNDROME

### ABSTRACT

Yentl Syndrome, which was first revealed by Bernadine Healy in 1991, is defined as inadequate diagnosis and treatment services for women especially in cardiovascular diseases. Cardiovascular diseases, which are in the class of non-communicable diseases, are the leading causes of death all over the world, and women account for nearly half of the total deaths from cardiovascular diseases. In studies on gender-specific differences in cardiovascular diseases, it has been determined that women show atypical symptoms, mortality rates due to cardiovascular diseases increase in the postmenopausal period, cardiovascular diseases are more severe in conditions such as diabetes, hypertension, tobacco use, pregnancy, and the duration of seeking treatment is longer than men. It has been determined that life expectancy is longer and there are differences in coronary anatomy and function. All these gender-specific differences make women a group that should be addressed primarily in terms of cardiovascular diseases. In addition to cardiovascular diseases, it is known that women receive inadequate diagnosis and treatment in many conditions such as peritonitis, intensive care patients, postoperative patients, peripheral arterial disease, abdominal aortic aneurysm. In order to prevent the negative effects that may develop due to Yentl Syndrome, considering that patients may show atypical symptoms, hospitalization should be performed as a result of a comprehensive evaluation, use of gender-specific cardiac markers, and gender-specific treatment algorithms should be developed. Nurses, who have an important place in the delivery of health care services, should promote awareness of patients on the importance of primary, secondary and tertiary protection, promote awareness of women at risk, provide gender-specific cardiovascular disease education, and develop various strategies to give adequate importance to heart health.

**Keywords:** Yentl Syndrome, cardiovascular diseases, gender, female

### YENTL SENDROMU

Yentl Sendromu, kadınlarda hastalıkların teşhis ve tedavisinde cinsiyete bağlı farklılıkların olması ve kadınların buna bağlı olumsuz durumlar yaşaması olarak tanımlanmaktadır. Cinsiyete göre tıbbi tedavinin farklılaştığını 1991 yılında ortaya koyan Bernadine Healy ‘Yentl Sendromu’ makalesinde iskemik kalp hastalığına yönelik araştırmaların daha çok erkek hastalarla yapıldığına dikkat çekmiş, iskemik kalp hastalığına yönelik tanı ve tedavi girişimlerinin kadın cinsiyette daha az uygulandığını belirtmiştir (Healy, 1991). Healy’in çalışması üzerine bu durum farklı bilim insanları tarafından araştırılmaya başlanmış ve aynı tıbbi tanının kadın ve erkek cinsiyette farklı belirtilerle seyredebileceği konusu ortaya çıkmıştır (Lippi et al., 2020). Son yıllarda yapılan özellikle kardiyovasküler hastalık (KVH) tanımlı hastaların dahil edildiği büyük örnekleme sahip uzun periyotlu çalışmalarda akut miyokard infarktüs nedeniyle hastaneye yatan bireyler arasında kadın cinsiyet oranlarının arttığı; kadın

hastalara yönelik koruma yöntemlerinin ve kardiyak incelemelerin erkeklere göre daha az olduğu belirlenmiştir (Arora et al., 2019; Walli-Attai et al., 2020).

## **KARDİYOVASKÜLER HASTALIKLAR VE CİNSİYET**

Bulaşıcı olmayan hastalıklar sınıfında yer alan KVH tüm dünyada ölüm nedenleri arasında birinci sırada (%37) yer almaktadır. Doğumla beklenen yaşam süresinin artması ve sağlık bakım hizmetlerindeki gelişmelere bağlı olarak kardiyovasküler hastalıkların prevalansı dünya genelinde artış göstermektedir. KVH her yıl 17,9 milyon kişinin ölümüne neden olmaktadır ve bu ölümler içinde en sık rastlanan neden iskemik kalp hastalıkları ve inme olarak belirlenmiştir (Vaduganathan et al., 2022; WHO, 2022). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre dolaşım sistemi hastalıkları ülkemizde 2021 yılındaki ölümlerin %33,4'ünden sorumlu olup birinci sırada yer almaktadır. Dolaşım sistemi hastalıklarından kaynaklı ölümlerin alt nedenleri incelendiğinde, ölümlerin %41,8'inin iskemik kalp hastalıklarından, %23,3'ünün diğer kalp hastalıklarından, %18,9'unun serebrovasküler hastalıklardan kaynaklandığı belirlenmiştir (TÜİK, 2023). KVH'larda yaş, cinsiyet, genetik değiştirilemez risk faktörleri arasında yer alırken; tütün ve alkol kullanımı, obezite, dislipidemi, hipertansiyon, diyabet, sedanter yaşam ve sosyoekonomik durum değiştirilebilir risk faktörleri arasında sayılmaktadır. KVH'larda alta yatan risk faktörlerinin tanımlanması ve önlenmesi küresel hastalık yükünü, morbidite ve mortalite oranlarını önemli ölçüde azaltmaktadır (Flora and Nayak, 2019).

Kadınlar KVH kaynaklı toplam ölümlerin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır (American Heart Association, 2021). Literatürde KVH ile cinsiyet risk faktörünün incelendiği pek çok çalışma mevcuttur. Kadınlarda KVH'ların klinik bulguları, tanı ve tedavi yaklaşımları erkeklere göre farklılık göstermektedir. KVH açısından cinsiyete özgü farklılıklara yönelik yapılan çalışmaların sonuçları şu şekildedir:

Kadınlar yaş, vücut ağırlığı ve sol ventrikül hacmine bağlı olarak erkeklerden daha küçük koroner arterlere sahiptir (Hiteshi et al., 2014).

Kadınlarda östrojenin pre-menopazal dönemde damarlardaki vazodilatör etkisiyle KVH erkeklere göre yaklaşık 10 yıl daha geç ortaya çıkmaktadır. Menopoza geçiş ve menopoz sonrası dönemde ise KVH mortalitesi kadınlarda önemli derecede artmaktadır. Ayrıca menopoz sonrası dönemde kadınlarda yaşın artmış olmasına bağlı komorbiditeler daha fazla görülmekte ve bu durum yaşlı kadınlarda KVH'ların daha ağır seyretmesine neden olmaktadır (Ventura et al., 2020).

Kadın ve erkeklerde genetik farklılıklara bağlı olarak hipertansiyon, diyabet ve kardiyak remodelizasyon gibi kardiyovasküler durumların seyrinde varyasyonlar bulunmaktadır (Garcia et al., 2016; Rosano et al., 2015).

Kadınlar erkeklere kıyasla daha yüksek anjina prevalansına sahip olmasına rağmen, koroner arter hastalığı (KAH) prevalansı daha düşüktür (Merz, 2011).

Koroner anjiyografi uygulanan semptomatik kadınlar erkeklere kıyasla daha yaşlı olmaları ve daha fazla komorbiditelerinin olması nedeniyle daha olumsuz prognoza sahiptir (Merz, 2011).

Kadınlarda daha az obstrüktif KAH görülmesine rağmen, erkeklerle karşılaştırıldığında daha olumsuz bir prognoza sahip olduğu belirlenmiştir (Merz, 2011).

Yapılan araştırmalar sigara içen orta yaş grubu kadınların sigara içen orta yaş grubu erkeklere gore daha fazla KVH riski taşıdığına ortaya koymuştur (Huxley et al., 2011).

Diyabet tanılı kadınların diyabet tanılı erkeklere gore daha fazla koroner arter hastalığı (KAH) riski taşıdığı belirlenmiştir (Peters et al., 2014)

Gebelik surecinde gestasyonel diyabet, preeklemsi veya eklemsi gibi problemler yaşayan kadınların KVH riskinin daha fazla olduğu belirlenmiştir (Rich-Edwards et al., 2014).

İskemik kalp hastalığı olan kadınların yetersiz tedavi gordukleri bulunmuştur (Garcia et al., 2016; Rosano et al., 2015).

Kadınların tedavide kullanılan ilaçlara bağlı olarak daha fazla yan etki deneyimledikleri, erkeklere gore daha yuksek mortalite oranı ve olumsuz sağlık çıktılarının olduğu belirlenmiştir (Garcia et al., 2016; Rosano et al., 2015).

Kadınların kardiyak rehabilitasyon hizmetlerini erkeklere gore %55 daha az kullandıklarını belirlenmiştir (Garcia et al., 2016; Rosano et al., 2015).

Kadınların tedaviyi geciktirme ve hastaneye başvurma surelerinin uzun olmasının nedeni olarak aile içi rollerine veya toplumsal cinsiyet rollerine bağlı sağlık bakım ihtiyaçlarını ihmal etmeleri gösterilmektedir (Dueñas et al., 2011).

Kardiyovasküler hastalıkların her birinin cinsiyete gore görülme oranları değişiklik göstermektedir. Bazı KVH'ların cinsiyete gore görülme sıklıkları ise aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Ventura et al., 2020).

### Çizelge 1. Bazı kardiyovasküler hastalıkların cinsiyete gore farklılıkları

Kardiyovasküler Hastalıklar	Erkekler	Kadınlar
Koroner arter hastalığı	Daha sıklıkla	Sıklıkla yaşla birlikte artar
Kalp yetmezliği	Daha geçen yaşta gelişebilir	Daha ileri yaşta gelişir
İskemik kalp hastalığı	Daha sıklıkla	7-10 yıl sonra gelişir
Aritmiler	Daha yuksek insidans ve prevalans	Daha düşük insidans ve prevalans
Diyabetik kardiyomyopati	Daha az görülür	Daha sıklıkla görülür ve kardiyovasküler hastalık riskini artırır

### YENTL SENDROMU VE KARDİYOVASKÜLER HASTALIKLAR

Yentl Sendromu, zellikle KVH'ların (iskemik kalp hastalığı, koroner arter hastalığı, akut koroner sendrom, akut miyokard infarktüs, aort anevrizması, serebral kanamalar) kadınlardaki teşhisinin yetersizlikleri ve bununla ilişkili etkileri incelemek için kullanılan bir tanımlamadır (Khan and Basnet, 2021). KVH yıllar içinde daha çok bir 'erkek hastalığı' olarak anılrsa da günümüzde kadınlarda en yüksek mortaliteye sahip hastalıkların başında gelmektedir. Bu durumun nedenleri olarak kadınların KVH için tedavi arama suresinin erkeklere gore daha uzun olması, atipik semptomlar göstermeleri, erkeklere gore yaşam surelerinin daha uzun olması, koroner anatomi ve fonksiyon farklılıkları, damar endotel disfonksiyonunun daha sıklıkla görülmesi, komorbidite ve polifarmasiye sahip olmaları sayılmaktadır (Mnatzaganian et al., 2016; Papakonstantinou et al., 2013). Ayrıca kadın hastalarda kanama, şok, kalp yetmezliği gibi

komplikasyonların görülme olasılığının fazla olması, hastane içi prognoz sürelerinin daha uzun olması, depresyon, anksiyete ve stres düzeylerinin daha fazla olması kadınları KVH açısından öncelikle ele alınması gereken bir grup haline getirmektedir (Papakonstantinou et al., 2013). Yapılan çalışmalar KVH tanılmasında kullanılan kardiyovasküler belirteçlerin cinsiyete özgü referans değerlerinin olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Kuan ve arkadaşlarının (2019) AMI tanılı hastalarla yaptığı çalışmada hastalara yüksek duyarlı Troponin I testi yapılmış ve tespit edilen miyokard hasarının kadınlarda %42, erkeklerde %6 oranında arttığı belirlenmiştir. Aradaki 5 kat farka rağmen kadınlar erkeklere göre koroner arter hastalığı tedavilerinin yarısını almış ve hastalık seyrinde iyileşme olmamıştır. Bu durum miyokard hasarı olan kadın ve erkeklerin oranının eşdeğer olduğunu ancak kadınların yeterli tedavi almadığını göstermektedir (Lee et al., 2019).

Kadınlarda KVH'a özgü spesifik belirtiler her zaman görülmemektedir. Mide ağrısı, karında distansiyon hissi, yorgunluk, uyku bozuklukları, dispepsi ve anksiyete gibi atipik semptomlar kadınlarda erkeklere göre daha sık rastlanmaktadır. Bu durum özellikle genç yaşlardaki kadın hastaların tanı alma süresinin uzamasına neden olmaktadır (Khan and Basnet, 2021; Mnatzaganian et al., 2016). Khan ve Basnet'in (2021) Yentl Sendromunu ele aldığı vaka raporunda epigastirik ağrı şikayeti ile gelen ve tipik bir Akut Koroner Sendrom (AKS) prezentasyonu olmayan 48 yaşındaki kadın hasta EKG ve kardiyak belirteçlerinde de herhangi bir anormallik olmaması nedeniyle taburcu edilmiştir. Dört gün sonra göğüs ağrısı şikayetiyle tekrar gelen hastanın ST-segment miyokard enfarktüsü geçirdiği teşhis edilmiştir. Bu vaka raporunun sonucunda göğüs ağrısı olan bir kadında AMI'nın atipik semptomlar gösterebileceği ve hastanın kapsamlı bir değerlendirmeye ihtiyacı olduğunu ortaya koymaktadır (Khan and Basnet, 2021).

Mnatzaganian ve arkadaşlarının (2016) acil servise başvuran 4859 hastayı dahil ettiği çalışmada AMI sonrasında hastaların hastane yatışları ve cinsiyete göre mortalite oranları değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda kadınların tedavi için hastaneye başvurma sürelerinin daha uzun olduğu, hastaneye atipik semptomlarla başvurduğu ve yoğun bakıma kabul oranlarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yataklı servislere kabul edilen kadın hastaların mortalite oranı ise erkeklere kıyasla %89 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar hastaneye kabul aşamasında hasta seçiminin ve değerlendirmesinin önemini ortaya koymaktadır (Mnatzaganian et al., 2016).

Arslani ve arkadaşlarının (2023) on iki yıllık süre boyunca toplam 16.954 hastayı dahil ettiği çalışmada AMI veya inme geçiren genç kadın ve erkek hastaların mortalite oranları ve yoğun bakım ünitelerindeki yatış süreleri incelenmiştir. On iki yıllık süre içinde AMI nedeniyle yoğun bakım ünitesindeki mortalite oranları kadınlarda artarken, inmeye bağlı mortalite oranları azalmıştır. Çalışma sonuçlarının özellikle AMI'li genç kadınlarda YBÜ'ye yatış için seçim kriterlerinin dikkatli bir şekilde yeniden revize edilmesi gerektiğini göstermektedir (Arslani et al., 2023).

KVH'ların yanı sıra peritonit, yoğun bakım hastaları, periferik arter hastalığı, abdominal aort anevrizması gibi birçok hastalıkta kadınların yetersiz düzeyde teşhis ve tedavi aldıkları

belirlenmiştir (Sell et al., 2020; McGinagle et al., 2021; Nachtigall et al., 2011). Yan ve arkadaşlarının (2023) dört yıl boyunca 4.860.308 postoperatif hastayı değerlendirdiği çalışmada postoperatif komplikasyon görülme sıklığının kadınlarda erkeklere göre daha yüksek olduğu ve bu komplikasyonları yaşayan kadınların daha yüksek morbidite ve mortaliteye sahip olduğu bulunmuştur. Çalışma sonucunda Yentl sendromunun cerrahi hastalarında da var olabileceği; bu durumun semptomların ortaya çıkışındaki, hasta bakım tercihlerindeki veya cinsiyete bağlı farklı bakım verme davranışlarıyla ilişkili olabileceği belirlenmiştir (Yan et al., 2023).

Sonuç olarak, özellikle KVH için kullanılan bir tanımlama olan “Yentl Sendromu” kadınların çeşitli hastalıklar tanı ve tedavisi konusunda dezavantajlı olmasına neden olmaktadır. KVH açısından risk altında olan kadınların uygun teşhis ve tedavi yöntemleri kullanılarak hastaneye yatışlarını, morbidite ve mortalite oranlarını azaltmak oldukça önemlidir (Ski et al., 2020). Bu kapsamda başta hemşireler olmak üzere sağlık profesyonelleri eğitici, araştırmacı, danışman ve koordine edici rolleri ile yüksek risk altındaki kadınları bilinçlendirmelidir. Birincil, ikincil ve üçüncül korumanın önemi konusunda kadın erkek arasındaki eşitsizlikler ortadan kaldırılmalı, kadınlara farkındalık kazandırılmalı, cinsiyete özel KVH eğitimi verilmeli, kalp sağlığına yeterli düzeyde önem vermeleri için çeşitli stratejiler geliştirilmelidir.

## KAYNAKÇA

- American Heart Association. (2021). Heart Disease & Stroke Statistical Update Fact Sheet Females & Cardiovascular Diseases: American Heart Association; 2021. Web sitesi: [https://www.heart.org/-/media/phd-files-2/science-news/2/2021-heart-and-stroke-stat-update/2021\\_stat\\_update\\_factsheet\\_females\\_and\\_cvd.pdf?la=en](https://www.heart.org/-/media/phd-files-2/science-news/2/2021-heart-and-stroke-stat-update/2021_stat_update_factsheet_females_and_cvd.pdf?la=en) Son erişim tarihi: 2.04.2023
- Arora, S., Stouffer, G. A., Kucharska-Newton, A. M., Qamar, A., Vaduganathan, M., Pandey, A., Porterfield, D., Blankstein, R., Rosamond, W. D., Bhatt, D. L., & Caughey, M. C. (2019). Twenty Year Trends and Sex Differences in Young Adults Hospitalized With Acute Myocardial Infarction. *Circulation*, 139(8), 1047–1056. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.037137>
- Arslani, K., Tontsch, J., Todorov, A., Gysi, B., Kaufmann, M., Kaufmann, F., et al. (2023). Temporal trends in mortality and provision of intensive care in younger women and men with acute myocardial infarction or stroke. *Critical care (London, England)*, 27(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04299-0>
- Dueñas, M., Ramirez, C., Arana, R., & Failde, I. (2011). Gender differences and determinants of health related quality of life in coronary patients: a follow-up study. *BMC Cardiovascular Disorders*, 11, 24. <https://doi.org/10.1186/1471-2261-11-24>
- Flora, G. D., & Nayak, M. K. (2019). A Brief Review of Cardiovascular Diseases, Associated Risk Factors and Current Treatment Regimes. *Current Pharmaceutical Design*, 25(38), 4063–4084. <https://doi.org/10.2174/1381612825666190925163827>
- Garcia, M., Mulvagh, S. L., Merz, C. N., Buring, J. E., & Manson, J. E. (2016). Cardiovascular Disease in Women: Clinical Perspectives. *Circulation Research*, 118(8), 1273–1293. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.307547>



- Healy, B. (1991). The Yentl syndrome. *N Engl J Med*, 325, 274–6.
- Hiteshi, A. K., Li, D., Gao, Y., Chen, A., Flores, F., Mao, S. S., & Budoff, M. J. (2014). Gender differences in coronary artery diameter are not related to body habitus or left ventricular mass. *Clinical Cardiology*, 37(10), 605-609.
- Huxley, R. R., & Woodward, M. (2011). Cigarette smoking as a risk factor for coronary heart disease in women compared with men: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *The Lancet*, 378(9799), 1297-1305.
- Khan, B., & Basnet, A. K. (2021). The Yentl Syndrome: A Case Report. *JNMA; Journal of the Nepal Medical Association*, 59(241), 910–912. <https://doi.org/10.31729/jnma.7004>
- Lee, K. K., Ferry, A. V., Anand, A., Strachan, F. E., Chapman, A. R., Kimenai, D. M., Meex, S. J. R., Berry, C., Findlay, I., et al. (2019). Sex-Specific Thresholds of High-Sensitivity Troponin in Patients With Suspected Acute Coronary Syndrome. *Journal of the American College of Cardiology*, 74(16), 2032–2043. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.07.082>
- Lippi, D., Bianucci, R., & Donell, S. (2020). Gender medicine: its historical roots. *Postgraduate Medical Journal*, 96(1138), 480–486. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2019-137452>
- McGinagle, K. L., Browder, S. E., Strassle, P. D., Shalhub, S., Harris, L. M., & Minc, S. D. (2021). Sex-related disparities in intervention rates and type of intervention in patients with aortic and peripheral arterial diseases in the National Inpatient Sample Database. *Journal of Vascular Surgery*, 73(6), 2081–2089.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.11.034>
- Merz, C. N. (2011). The Yentl syndrome is alive and well. *European Heart Journal*, 32(11), 1313–1315. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehr083>
- Mnatzaganian, G., Braitberg, G., Hiller, J. E., Kuhn, L., & Chapman, R. (2016). Sex differences in in-hospital mortality following a first acute myocardial infarction: symptomatology, delayed presentation, and hospital setting. *BMC Cardiovascular Disorders*, 16(1), 109. <https://doi.org/10.1186/s12872-016-0276-5>
- Nachtigall, I., Tafelski, S., Rothbart, A., Kaufner, L., Schmidt, M., Tamarkin, A., Kartachov, M., Zebedies, D., Trefzer, T., Wernecke, K. D., & Spies, C. (2011). Gender-related outcome difference is related to course of sepsis on mixed ICUs: a prospective, observational clinical study. *Critical care (London, England)*, 15(3), R151. <https://doi.org/10.1186/cc10277>
- Papakonstantinou, N. A., Stamou, M. I., Baikoussis, N. G., Goudevenos, J., & Apostolakis, E. (2013). Sex differentiation with regard to coronary artery disease. *Journal of Cardiology*, 62(1), 4–11. <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2013.03.001>
- Peters, S. A., Huxley, R. R., & Woodward, M. (2014). Diabetes as risk factor for incident coronary heart disease in women compared with men: a systematic review and meta-analysis of 64 cohorts including 858,507 individuals and 28,203 coronary events. *Diabetologia*, 57(8), 1542–1551. <https://doi.org/10.1007/s00125-014-3260-6>
- Rich-Edwards, J. W., Fraser, A., Lawlor, D. A., & Catov, J. M. (2014). Pregnancy characteristics and women's future cardiovascular health: an underused opportunity to improve women's health?. *Epidemiologic Reviews*, 36(1), 57-70.
- Rosano, G. M., Lewis, B., Agewall, S., Wassmann, S., Vitale, C., Schmidt, H., ... & Tamargo, J. (2015). Gender differences in the effect of cardiovascular drugs: a position document of the Working Group on Pharmacology and Drug Therapy of the ESC. *European Heart Journal*, 36(40), 2677-2680.

- Sell, N. M., Perez, N. P., Stafford, C. E., Chang, D., Bordeianou, L. G., Francone, T. D., Kunitake, H., & Ricciardi, R. (2020). Are There Variations in Mortality From Diverticular Disease By Sex?. *Diseases of the Colon and Rectum*, 63(9), 1285–1292. <https://doi.org/10.1097/DCR.0000000000001711>
- Ski, C. F., King-Shier, K., & Thompson, D. R. (2020). Women are dying unnecessarily from cardiovascular disease. *American Heart Journal*, 230, 63–65. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2020.09.013>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). Ölüm ve Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2021. Web sitesi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Olum-ve-Olum-Nedeni-Istatistikleri-2021-45715> Son erişim tarihi: 2.04.2023
- Vaduganathan, M., Mensah, G., Turco, J., et al. (2022). The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk. *J Am Coll Cardiol*, 80(25), 2361–2371. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.11.005>
- Ventura-Clapier, R., Piquereau, J., Garnier, A., Mericskay, M., Lemaire, C., & Crozatier, B. (2020). Gender issues in cardiovascular diseases. Focus on energy metabolism. *Biochimica et biophysica acta. Molecular Basis of Disease*, 1866(6), 165722. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2020.165722>
- Walli-Attai, M., Joseph, P., Rosengren, A., Chow, C. K., Rangarajan, S., Lear, S. A., AlHabib, K. F., Davletov, K., Dans, A., Lanans, F., Yeates, K., Poirier, P., et al. (2020). Variations between women and men in risk factors, treatments, cardiovascular disease incidence, and death in 27 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): a prospective cohort study. *Lancet (London, England)*, 396(10244), 97–109. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30543-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30543-2)
- World Health Organization (WHO). (2022). Noncommunicable diseases Fact Sheet. november 2021. Web sitesi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases> Son erişim tarihi: 2.04.2023
- Yan, Q., Kim, J., Hall, D. E., Shinall, M. C., Jr, Reitz, K. M., Stitzenberg, K. B., Kao, L. S., Wang, C. P., Wang, Z., Schmidt, S., Brimhall, B. B., Manuel, L. S., Jacobs, M. A., & Shireman, P. K. (2023). Sex-Related Differences in Acuity and Postoperative Complications, Mortality and Failure to Rescue. *The Journal of Surgical Research*, 282, 34–46. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.09.012>

## KRONİK HASTALIĞI OLAN YAŞLI BİREYLERİN ÇALIŞAN BAKIM VERİCİLERİNİN DENEYİMLERİ

Arş. Gör. Sümeyra YILMAZ <sup>1</sup>, Arş. Gör. Şeyma Nur HEPOKUR <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, 0000-0002-3042-3069

<sup>2</sup> Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, 0000-0001-8953-1016

### ÖZET

Sağlık alandaki gelişmelere paralel olarak dünyada ve Türkiye’de yaşlı nüfus oranında artış görülmektedir. Tipik bir yaşlılıktan söz etmek mümkün olmasa da genellikle yaşlanmaya bağlı olarak fiziksel ve zihinsel pek çok sağlık sorunu meydana gelmektedir. Bu durum bireydeki mevcut sağlık sorununun çeşidine göre yaşlı bireyi bakıma bağımlı hale getirmektedir. Bakım süreci, bakımı alan ve sunan için olumlu ya da olumsuz deneyimlere neden olabilmektedir.

Bu araştırmanın amacı kronik hastalığı olan yaşlı bireylerin çalışan bakım vericilerinin bakım verme sürecinde karşılaştığı deneyimlerin belirlenmesidir. Araştırmada temel nitel araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu yatağa bağımlı olmayan ve kronik hastalığı olan yaşlıya bakım veren farklı eğitim durumu ve mesleğe sahip toplam beş katılımcıdan oluşmaktadır. Veriler yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile toplanmış ve içerik analizi tekniğiyle analiz edilmiştir. Analiz sürecinde araştırmacılar tarafından görüşme dökümleri okunarak açık kodlamaları yapılmıştır. Ortak özellikler gösteren kodlar aynı kategoriler altında toplanmıştır. Bu araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini sağlayabilmek için çeşitleme ve zengin betimleme ölçütlerine dikkat edilmiştir. Bu doğrultuda birden fazla araştırmacının araştırmayı yürütmesi, zengin betimleme yapmaya özen göstermesi, araştırma sürecini detaylı olarak anlatması ve elde edilen bulguların doğrudan katılımcı ifadesiyle sunulmasıyla araştırmanın bilimsel niteliği temin edilmeye çalışılmıştır.

Araştırma sonucunda çalışan bireyler bakımın fiziksel, duygusal ve sosyal zorlukları, iş hayatı ve sosyal hayatı sonucunda rol karmaşaları yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ancak bu olumsuz duygulara ek olarak bakım vermenin ve bakım çıktılarının kendilerinde; manevi doyum, vefa ve takdir edilme gibi bazı olumlu duygulara da neden olduğunu ifade etmişlerdir. Bakım süreci, kişinin mesleğine ve bakım verilen bireyin durumuna göre farklılaşabilmektedir. Bu farklılıkları esas alan bireye özgü danışmanlık veren bir sağlık çalışanına erişebilmenin bakımı alan ve bakımı sunanlar için önemli olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca literatürde, çalışan bireylerin kronik hastalığı olan yaşlı bireylere bakım verme deneyimleri konusundaki araştırmalar yetersiz kaldığından bu konuda daha çok nitel çalışmaların yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** kronik hastalık, yaşlı, çalışan bakım verici, nitel araştırma

## EXPERIENCES OF WORKER CARE PROVIDERS OF ELDERLY INDIVIDUALS WITH CHRONIC DISEASE

### ABSTRACT

In parallel with the developments in the field of health, there is an increase in the rate of the elderly population in the world and in Turkey. Although it is not possible to talk about a typical old age, many physical and mental health problems usually occur due to aging. This situation makes the elderly individual dependent on care, depending on the type of health problem present in the individual. The care process can cause positive or negative experiences for the care taker and the provider.

The aim of this research is to determine the experiences of the caregivers of elderly individuals with chronic diseases during the caregiving process. Basic qualitative research design was used in the study. The study group of the research consists of five participants, who are not bedridden and care for the elderly with chronic diseases, with different educational backgrounds and occupations. The data were collected by semi-structured interview technique and analyzed by content analysis technique. During the analysis process, the interview transcripts were read by the researchers and their open coding was done. Codes with common features are grouped under the same categories. In order to ensure the validity and reliability of this research, diversification and rich description criteria were taken into consideration. In this direction, the scientific quality of the research was tried to be ensured by more than one researcher conducting the research, paying attention to rich descriptions, explaining the research process in detail, and presenting the findings with direct participant expression.

As a result of the research, working individuals stated that they experience physical, emotional and social difficulties of care, and role confusion as a result of their work life and social life. However, in addition to these negative feelings, in the caregiving and care outcomes themselves; They also stated that it causes some positive emotions such as spiritual satisfaction, loyalty and appreciation. The care process may differ according to the profession of the person and the situation of the person being cared for. It is thought that being able to reach a healthcare worker who provides individual-specific counseling based on these differences may be important for those who receive and provide care. In addition, in the literature, it is recommended that more qualitative studies be conducted on this subject, since the researches on the experiences of working individuals in providing care to elderly individuals with chronic diseases are insufficient.

**Keywords:** Chronic disease, elderly, working caregiver, qualitative research

### 1. GİRİŞ

Halk sağlığı, tıp, ekonomi gibi pek çok alandaki gelişmelere paralel olarak dünyada ve Türkiye’de doğumda beklenen yaşam süresi uzamakta ve buna bağlı olarak yaşlı nüfus da artış göstermektedir (Amuthavalli et al., 2022). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 60 yaş ve üzeri yaşlı nüfusun 2020’de 1 milyar olduğunu bildirmiş ve 2030 yılına kadar dünyadaki her 6 kişiden

l'inin 60 yaş ve üzerinde olacağı öngörmüştür (WHO, 2022). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2021) verilerine göre ise ülkemizdeki yaşlı nüfus (65 yaş ve üstü) 8 milyon 245 bin 124'tür (TÜİK, 2021). Tipik bir yaşlılıktan söz etmek mümkün değildir ancak genellikle yaşlanmaya bağlı olarak fiziksel ve zihinsel pek çok sağlık sorunu meydana gelmektedir (WHO, 2022).

Yaşlanmaya eşlik eden biyolojik değişikliklerde fiziksel sağlık sorunları arasında işitme kaybı, zayıf görme, eklem ve kas ağrısı, diyabet ve bunama, zayıflık, inkontinans, düşme ve basınç ülserleri; bilişsel sağlık sorunları, deliryum, bilişsel gerilemeler, bunama görülebilmektedir (O'Connor, 2022). Bu durum bireydeki mevcut sağlık sorununun çeşidine göre yaşlı bireyi bakıma bağımlı hale getirebilmektedir (WHO, 2022). Sağlık sorununa sahip yaşlı bireylerin kişisel bakım, sağlık ihtiyaçları, işlevsel kapasiteleri ve güvenliklerini karşılayabilmek için başka bir kişinin bakımına ihtiyaç duyabilmektedirler (Danucalov et al., 2017). Bu ihtiyaç genellikle bakım alan bireyin çocukları, gelini, eşi ya da akrabaları aracılığıyla karşılanmaya çalışılmaktadır (Doğanay ve Güven, 2019). Birçok kültürde bakım verme rolünü ailenin kadın üyeleri üstlenmektedir ve genellikle bu kadınlar çalışmamaktadır (Çakır ve Yaman, 2021; Doğanay ve Güven, 2019). Genellikle bakım verme işinin bakım alan bireyin evinde sürdürülmesi, bakımı sunan bu kadınların sosyal hayatlarından kopmalarına neden olabilmektedir. Bu durum, bakımı alan ve bakımı sunan kişi için bazı zorluklara neden olabilmektedir. Literatür genellikle bakım vericinin; bakım yükü, artan psikolojik sıkıntıları, düşük bakım verme öz yeterliliği ve kötü sağlık durumu üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu süreçte bakım vericilerin yeme düzensizliği ve buna bağlı vücut ağırlığında değişim, baş ağrısı, kas ağrısı, uykusuzluk, sosyal izolasyon ve benlik saygısında azalma dahil fiziksel, psikososyal pek çok problemle karşı karşıya kaldığı belirtilmektedir (Baik et al., 2021; Puterman et al., 2018; Selçuk ve Avcı, 2016; Siddiqui & Khalid, 2019; Varma et al., 2018; Zaybak ve ark., 2012; Zorcec et al., 2020). Bu problemlerin aksine bakım verme sürecinde bireyde olgunlaşma, bakım ihtiyacı olan bireye yardımcı olmanın getirdiği huzur, vefa borcunu ödeme hissi, bakım alan ve bakım veren arasındaki iletişimin artması ve buna bağlı olarak süreç içinde görülen olumsuzluklarda azalma görülebilir (Çakır ve Yaman, 2021; Yeşil ve ark., 2016).

Literatürde bakım verme işinin olumlu etkilerini anlamaya yönelik çalışmaların sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca profesyonel olarak bir meslek sahibi ve aktif çalışan birey bağlamında bakım verme deneyime yönelik yeterli çalışma olmadığı belirlenmiştir. Bu araştırmayla çalışan bakım vericilerin bakım verme sürecinde olumlu ve olumsuz yönleriyle bütüncül olarak deneyimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **Araştırma Soruları**

Kronik hastalığı olan yaşlı birey bakım vericilerinin olumlu ve olumsuz deneyimleri nelerdir?  
Çalışan bir birey olmak kronik hastalığı olan yaşlı bireye bakım vermeyi nasıl etkiler?

## **2. YÖNTEM**

## 2.1. Araştırmanın Deseni

Kronik hastalığı olan yaşlı bireylere çalışan bakım vericilerin deneyimlerini belirlemeyi amaçlayan bu araştırma, nitel araştırma yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma, temel nitel araştırma deseninde yapılmıştır.

## 2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme tekniğiyle belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme tekniklerinden ölçüt örnekleme, kartopu örnekleme ve kolay ulaşılabilir örnekleme teknikleri bir arada kullanılmıştır. Katılımcıların belirlenmesinde kronik hastalığı olan yaşlı bireye bakım veren olması ve aynı zamanda bakım verenin çalışıyor olması şeklinde iki ölçüt belirlenmiştir. Bakım verenin çalışmıyor olması, yaşlı bireyin kronik hastalığının olmaması ve yaşlı bireyin yatağa bağımlı olması gibi durumlar araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Bu ölçütler doğrultusunda bakım verenlerin farklı gelir durumunda ve farklı meslekten kişilerin olmasına dikkat edilerek çalışma grubunda maksimum çeşitliliğe ulaşılmaya hedeflenmiştir. Veri sayısının belirlenmesinde veri doygunluğu esas alınmıştır. Ayrıca katılımcıların gizliliğini sağlamak için her bir katılımcı için K1-K5 şeklinde kodlar verilmiştir. Çalışma grubundaki katılımcıların özellikleri Tablo 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Katılımcıların Tanımlayıcı Özellikleri

Kod	Cinsiyet	Yaş	Eğitim durumu	Medeni durum	Meslek	Bakım verilen kişiyle akrabalık derecesi	Bakım verme süresi
K1	K	55	Ortaokul mezunu	Evli	Kuaför	Gelini	7 yıl
K2	K	52	Lise mezunu Yüksek	Evli	Aşçı	Gelini	11 yıl
K3	K	37	lisans mezunu	Bekar	Akademisyen	Kızı	1 yıl
K4	E	66	Lisans mezunu	Evli	Öğretmen	Eşi	5 yıl
K5	E	48	Lisans mezunu	Bekar	Mühendis	Oğlu	3 yıl

## 2.3. Veri Toplama Süreci

Araştırma verileri, aralık ayında toplanmıştır. Verilerin toplanmasında “Kişisel Bilgi Formu” ve “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formunun hazırlanmasında araştırmacılar literatürü tarayarak görüşme taslak formunu oluşturmuştur. Görüşme sorularının katılımcılar tarafından anlaşılır ve amaca uygun olduğunu değerlendirmek için pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama sonrası formda son düzenlemeler yapılmış ve araştırmaya hazır hale getirilmiştir. Yapılandırılmış görüşme formunun oluşturulması esnasında soruların yönlendirici ve çok boyutlu olmamasına, anlaşılır

olmasına ve katılımcıları kendi ifadelerini kullanmalarına teşvik eder nitelikte açık uçlu olmasına özen gösterilmiştir. Her bir katılımcı ile yüz yüze yürütülecek görüşmeler, ortalama 40-50 dakika olacak şekilde ayarlanmıştır. Görüşmelerin katılımcıların uygun oldukları gün ve saatte olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca görüşme mekânının belirlenmesinde hem katılımcıların kendilerini rahat hissedebilecekleri hem de görüşme dinamiğini olumsuz etkileyecek unsurların olmayacağı bir ortamda olmasına özen gösterilmiştir. Araştırma öncesinde katılımcılara araştırma hakkında bilgi verilerek katılımcı gönüllü olur formunu imzalamaları istenmiştir. Katılımcıların onayıyla görüşmeler sırasında ses kayıt cihazı kullanılmıştır.

#### **2.4. Verilerin Değerlendirilmesi**

Elde edilen verilerin analizinde içerik analizi tekniği kullanılmıştır. Verilerin analizi, veri toplama süreci ile eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Her bir görüşme sonunda görüşmeyi yürüten araştırmacı tarafından görüşme kayıtlarının dökümü yapılmış ve daha sonra ses kaydı dinlenerek dökümün doğruluğu kontrol edilmiştir. Analiz sürecinde araştırmacılar tarafından görüşme dökümleri okunarak açık kodlamaları yapılmıştır. Ortak özellikler gösteren kodlar aynı kategoriler altında toplanmıştır. Elde edilen kategoriler hakkında ortak görüş birliğine varmak için yazarlar kategorileri birlikte değerlendirmiştir ve ortaya çıkan kategoriler arası ilişkilere göre temalar elde edilmiştir. Araştırma bulguları, bu temalara göre doğrudan alıntılarla sunulmuştur.

#### **2.5. Araştırmanın Etik Yönü**

Araştırma süresince Helsinki İlkeler Deklarasyonu prensiplerine uygun hareket edilmiştir. Bireylerle görüşme öncesinde demografik özelliklerini belirlemeye yönelik kişisel bilgi formu uygulanmıştır. Tüm görüşmelerin gizlilik ilkesine bağlı kalınarak sadece bilimsel amaçlı kullanılacağı belirtilmiştir. Araştırmaya katılmayı kabul eden bireylerden bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

#### **2.6. Geçerlik ve Güvenirlik**

Nitel araştırma paradigmasında nicel araştırma paradigmasındaki gibi standart bir geçerlik ve güvenirlilik ölçütü bulunmamaktadır (Merriam, 2018). Ancak çeşitleme (üçgenleme), katılımcı teyidi, alanda uzun süre kalmak, uzman (meslektaş) görüşü, zengin betimleme nitel araştırmanın geçerlik ve güvenirliliğini sağlamak için kullanılan yöntemlerdendir (Glesne, 2015; Merriam, 2018). Bu araştırmanın geçerlik ve güvenirliliğini sağlayabilmek için çeşitleme ve zengin betimleme ölçütlerine dikkat edilmiştir. Bu doğrultuda birden fazla araştırmacının araştırmayı yürütmesi, zengin betimleme yapmaya özen göstermesi, araştırma sürecini detaylı olarak anlatması ve elde edilen bulguların doğrudan katılımcı ifadesiyle sunulmasıyla araştırmanın bilimsel niteliği temin edilmeye çalışılmıştır.

### **3. BULGULAR**

Araştırmanın amacı, çalışan bakım vericilerin yaşlı ve kronik hastalığı olan bireye bakım verme sürecinde karşılaştığı olumlu ve olumsuz deneyimleri konusunda genellenebilir bir açıklamada bulunmak değil, çalışan bakım vericilerin bakım verme sürecinde karşılaştığı olumlu ve olumsuz deneyimlerini olabildiğince derinlemesine anlamaya çalışmaktır. Bu nedenle araştırma bulguları yorumlanırken, bulguların çalışmaya katılan bireylerle sınırlı olduğu dikkate alınmalıdır.

Görüşme verileri analizi sonucunda araştırmaya katılan bireylerin yaşlı ve kronik hastalığı olan bireye bakım vermeye yönelik görüş ve deneyimlerine ilişkin verdiği yanıtlar (a) *bakımın zorlukları* ve (b) *kazanımlar* temaları altında yer almıştır. Bakımın zorlukları teması altında *rol karmaşası, fiziksel zorluklar, sosyal zorluklar ve duygusal zorluklar*; kazanımlar teması altında *manevi doyum, vefa ve takdir edilme* kategorileri bulunmaktadır.

### **Tema 1. Bakımın Zorlukları**

Araştırmaya dahil olan katılımcıların görüşme sorularına verdiği yanıtlar incelendiğinde; katılımcıların bakımla ilgili birçok zorlukla karşı karşıya kaldıkları belirlenmiştir. Katılımcılar bakımın rol karmaşası yarattığını, fiziksel zorluklarının olduğunu, sosyal hayattan zaman zaman uzak kaldıklarını ve duygusal anlamda zorluklar yaşadıklarını dile getirmişlerdir.

#### ***Kategori 1. Rol Karmaşası***

Katılımcılar bakım verici rollerinin yanı sıra farklı meslek sahipleri ve sosyal hayatta farklı görevleri olduğundan rol karmaşası yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

**K1:** “Kendinizden bahsedin dediniz ya. Ben hem anne, hem eş, hem anneanne, hem gelin, hem kuafor, hem bakıcı, hemşire, doktor... Yeri geldiğinde hepsini olmak zorunda kalıyorsun.”

**K2:** “İşim çok ağır bir iş değil. Ama zaman zaman kim olduğumu, nerede olduğumu karıştırabiliyorum. Gelin olmak, yaşlıya bakıyor olmak, evin sorumlulukları, temizlik, bulaşık, çocukların okulu...”

Katılımcıların her birinin farklı bir meslek sahibi olmaları, sosyal hayattaki rolleri ve halihazırda bakım verme sorumlulukları onların rol karmaşası yaşamalarına neden olmuştur.

#### ***Kategori 2. Fiziksel Zorluklar***

Çalışmaya katılanlar bakım vermenin bazı fiziksel sorunlara neden olduğundan bahsetmişlerdir. Ayrıca bakım verenlerin zaman zaman bakıma gereksinim duydukları ve bu durumun onların hayatında önemli bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

**K1:** “Zaten tüm gün işte ayaktayım, bir de eve gelince kayınbabamın istekleri... Açıkçası biraz zorluyor. Aslında yürüyebiliyor ama düşeceğim korkusuyla her zaman benden destek alıyor. Bu yüzden son üç aydır bel-boyun ağrılarım arttı. Ben bu yüzden olduğunu düşünüyorum.”



**K4:** “Öğretmenlik... Tüm gün çocuklara bir şey anlatmakla geçiyor. Boğazım genelde zaten ağrır. Eve gelip hazır çayımı içmek isterdim. Ama bazı günler ütümü, yemeğimi kendim yapmak zorunda kalıyorum. Dinlenmeye fırsat bulamadan sabah yeni bir iş günü geliyor.”

**K3:** “Çok yoğun bir tempoda çalışıyorum. Haftanın hemen her günü dersim var, ekstra toplantılar, yapılacak işler, sınavlar... Tüm bu yoğunlukta bir de babamın ilaçları, doktor randevuları... Tabi unutuyorum bazen ilaçları da randevuları da. Ama ben de insanım değil mi? Aslında sürekli de kafamın içinde bunlar dönüp dolaşıyor. Anlamadım... Hatta geçen hafta o kadar dalmışım ki, merdivenden inerken ayağım boşluğa geldi ve ayağımı burktum.”

### **Kategori 3. Sosyal Zorluklar**

Katılımcılar kronik hastalığı olan yaşlılarına bakım verirken iş hayatının yanı sıra sosyal hayattan da kopmaklar yaşadıklarını dile getirmişlerdir.

**K5:** “Annem kendimi bildim bileli hep hastadır. Önceliğim hep annem olmak zorunda oldu. Sosyal hayatımı hep geride bıraktım. Sanırım, belki de bu yüzden bugüne kadar evlenemedim..”

**K3:** “Akademisyenlik hayatında kongreler, davetler, yani bilirsiniz akademik toplantılar çok olur. Geçenlerde yurt dışında bir kongreye konuşmacı olarak davet edildim. Ama gözüm arkada kalacağı için gidemedim... Gitseydim aklım hep babamda olurdu... Anlamı da olmazdı zaten benim için...”

**K1:** “Bir kuaför olarak bir günde çok çeşitli insanla muhatap oluyorsunuz. Bazen müşterilerimin evlerine gitmem gerekiyor. Makyaj vs. için. Ancak babamı yalnız bırakmam. Onu yanımda götürsem desem... O da olmaz. Kadınlarla çalışıyorum sonuçta. Bu yüzden bazı işleri reddetmek zorunda kalıyorum”

### **Kategori 4. Duygusal Zorluklar**

Araştırmaya katılanlar bakım vermenin fiziksel ve sosyal zorluklarının yanı sıra bakımın duygusal anlamda da onları etkilediğinden söz etmişlerdir

**K2:** “Ben günlük hayatta çok duygusal biriyimdir. Bir arkadaşım bir derdini anlatsın onunla zaten ağlarım. Ama son zamanlarda babamın (kayınbaba) durumu biraz daha ağırlaştığından çok üzülüyorum. Evet kendi ihtiyaçlarını biraz görebiliyor ama yine de ya bize bir şey olsa... Mahvolurum, ne yapacak bir başına...”

**K3:** “Tam anlamıyla babama bakmak, babamla ilgilenmek istiyorum. Bu yüzden önceliğim babam oluyor. İş bırakmayı bile düşündüm... Güçlü biri olduğuma inandığım halde sanırım gücüm tükeniyor... Yorulduğumu hissediyorum...”

**K4:** “Zaman zaman gizlice ağlıyorum... Eşimin haline çok üzülüyorum, eşim de fark etmesin diye uğraşıyorum.”

## Tema 2. Kazanımlar

Araştırma katılımcıları, bakım vermenin zorluklarının yanı sıra bakım vermenin olumlu yanlarına da değinmişlerdir.

### *Kategori 1. Manevi Doyum*

Katılımcılar, yaşlı ve kronik hastalığı olan bireylere bakım vermenin onları manevi anlamda tatmin ettiğini, bakım vermenin olumlu yanları olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durumun manevi olarak onları rahatlattıklarını dile getirmişlerdir.

**K2:** “*Babama (kayınbaba) bakalı çok uzun seneler oldu. Aslında yaşlıya ve hastaya bakmak biraz zorlarsa da manevi olarak insan kendini çok huzurlu hissediyor. Manevi bir tatmin veriyor insana. Allah’a şükür bana nasip oldu bu. Yaşlı bakmak önemli... Biz de geleceğiz o hale*”

**K1:** “*Duanın gücüne inanırım. Kayınbabam biraz çok konuşur ama Allah var dilinden dua da eksik olmaz. O dua ettikçe benim de içim ferahlıyor. O zaman diyorum ki doğru bir şey yapıyorum. İnsanın içi huzurla doluyor, huzurla uyuyorum.*”

**K5:** “*Kendimle ilgili yeni yeni fark ettiğim şeyler oluyor. Ben eskisinden daha sabırlıyım mesela. Yaşlıya bakmak, hastaya bakmak insanın sabrını artırıyor. Olgunlaştım bir de. Tabii bunlar da kendime duyduğum saygıyı, güveni de artırıyor bir nevi.*”

### *Kategori 2. Vefa*

Tüm katılımcılar, bakım verme işinin aslında bakım verdikleri bireylere yönelik bir vefa olduğunu dile getirmişlerdir. Bakım verme işiyle vefa borcunu ödediklerini ve bu durumun onları içsel bir doyuma erdirdiğini ifade etmişlerdir.

**K5:** “*Biz ablamla beraber bakıyoruz anneme. Sıra bana geldiğinde ne yalan söyleyim arkadaşlarımla buluşmak için ablama işim var dedim. Meğer annem banyoda düşmüş, bana da işte olduğumu düşündükleri için haber vermemişler. Kendimi çok kötü hissettim... O gün bugündür birlikte geçirdiğimiz her an manevi olarak görevimi yerine getirmiş hissediyorum.*”

**K4:** “*Biz genç yaşta evlendik. Eşim neredeyse annelik yaptı bana evlendiğimiz ilk zamanlar. Baya baya yol gösterdi, derdimi dinledi. Bir sakatlık geçirdim, trafik kazasıydı. O zamanlar nasıl ilgilendi benimle. Neredeyse engelli kalıyordum. Şimdi bakma sırası bende... Kaldı ki o yatalak değil. Bu benim vefa borcum kızım...*”

**K3:** “*Babam... bizi büyütmek için çok çile çekti. İşçiydi, çok geliri de yoktu ama ablamla bana her zaman her şeyin en iyisini almak için çalıştı. Bizim hiçbir şeyden geri kalmamızı istemezdi... Bugünlere onun emeğiyle geldim. Düşünüyorum da şimdi, bu eğer bir borçsa benim de karşılığını ödemem gerekir. Yani bu bir vefa borcu belki de.*”

### **Kategori 3. Takdir Edilme**

Araştırmaya katılanlar, bakım verme işinin etrafındakiler tarafından fark edilmesi, onaylanması, hoş karşılanması ve takdir edilmesinin bireysel anlamda onları mutlu ettiğini ve bu durumun görünürlüğünün aslında duygusal zorluklarla baş etmede kolaylaştırıcı olduğunu dile getirmişlerdir.

**K3:** “Acaba babama yeteri kadar bakamıyor muyum, olması gereken saygıyı gösteremiyor muyum diye kafam çok karışıyor. Ama geçenlerde oda arkadaşımın bana söylediği bir söz ne yalan söyleyeyim çok hoşuma gitti. Bana “Seni takdir ediyorum, Vallahi... Senin yaptığını herkes yapamaz. Akademisyen olmak zaten zor, sabahımız akşamımız yok. Ama sen yine de babanı ihmal etmiyorsun. İmreniyorum bu ilişkinize.””

**K2:** “Bize görüncenden geldiği ilk günü hatırlıyorum... Çok şükür... Şimdi gerçekten çok daha iyi. Ben kendimi övmeyi hiç sevmem ama en son hastaneye gittiğimizde doktor ilk görüşte “Sana ne iyi bakmışlar amca” dedi. Bu bile beni mutlu etti. Demek ki iyi bakıyorum diye düşündüm. Babam (kayınbaba) da bana bu konuda güvenir zaten, bilir ona iyi bakacağımı”

**K4:** “Ataerkil bir toplumuz. Siz de biliyorsunuz ya, genelde hanımlar eşlerine bakar, ilgilenir. Bizde durumlar farklı. Eşime ben bakıyorum çünkü ben daha iyi durumdayım ona göre. İkimizde yaşlandık, hastalıklar çıktı bir sürü. Başlarda ev işleriyle ilgilendiğimi söylemeye çekiniyordum. Ama etrafımdakiler bu durumun farkındaymış ve beni takdir ediyorlarmış.”

## **4. TARTIŞMA**

Araştırmada çalışan bireylerin kronik hastalığı olan yaşlı bireylere bakım vermeye yönelik görüş ve deneyimleri incelenmiştir. Çalışan bireylerin kronik hastalığı olan yaşlı bireylere bakım vermeye yönelik görüş ve deneyimleri ile ilgili bulgular belirlenen 2 tema altında tartışılmıştır.

### **Bakımın Zorlukları**

Araştırmamızda çalışan bireylerin kronik hastalığı olan yaşlı bireylere bakım vermeye yönelik; rol karmaşası, bakımın fiziksel zorlukları, bakımın duygusal zorlukları, sosyal hayattan uzak kalma, kendine zaman ayıramama, tükenmişlik hissi gibi farklı görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bakım verme işi her bir bakım vericinin ve bakımı sunduğu kişinin özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Literatür, genellikle bakım vericilerin yaşadığı zorluklara değinmektedir (Akgun-Citak, 2020; Kokorelias et al., 2020). Araştırmamıza katılan bireylerle yapılan görüşmelerde de bakım verme sürecinde yaşanan zorlukların, bakımı sundukları yaşlı bireyin mevcut sağlık sorunlarının ciddiyetine ve sayısına göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Literatürde bakım vericilerin bakım verdikleri bireyin ihtiyacına göre bazı fiziksel sorunlar yaşadığı belirtilmektedir. Bu sorunlar arasında; vücut mekaniğinin doğru kullanılmadığı yanlış pozisyonlara bağlı kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, bel ve eklem ağrıları, yetersiz beslenme,

yorgunluk, uykusuzluk olabileceğinden bahsedilmektedir (Gözüm ve ark., 2017; Capistrant, 2016). Araştırmada katılımcılar, bakım sorumlulukları nedeniyle bakım sürecinde zaman zaman bel, boyun, sırt ağrıları yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Literatürde kronik hastalığı olan yaşlılara bakım veren aile fertleri bakıma duygusal ve kişisel yükümlülük anlamları yüklemişlerdir (Birtha & Holm, 2017). Literatürde bakım vericilerin bakım süreci sonunda; depresyon, anksiyete, psikiyatrik sorunlar, yaşayabileceklerinden bahsedilmektedir (Lopez-Hartmann ve ark., 2012).

Bakım verme durumunun getirdiği sorumluluklar, sosyal yaşamı, faaliyetleri ve hatta zorlu olabilecek işleri kesintiye uğratabilmektedir (Oldenkamp ve ark., 2018). Bazı araştırmalar bakım vermenin genellikle yaşam kalitesinde bir bozulma ile ilişkili olduğunu bildirmektedir (Pinquart ve ark., 2011; Litzelman ve ark., 2016). Araştırmamızda bazı katılımcılar, bakım nedeniyle işini bırakmayı düşündüklerini, işlerine odaklanamadıklarını ve aile içi rollerinde zaman zaman belirsizlikler ve rol karmaşası yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca tüm katılımcılar bakım sürecinde zaman zaman duygusal yıpranma, üzüme ve hüzün yaşadıklarını dile getirmişlerdir.

Bakımda semptomların kontrolü, ilaç tedavisi ve bu gibi sorumluluklar bakım vericilerin yoğun sorumluluk hissederek zorlanmalarına neden olmaktadır (Kristjanson & Aoun, 2004). Çalışmamızda katılımcılar kendi iş yoğunlukları nedeniyle zaman zaman yaşlıların ilaçlarını, doktor randevularını dahi unuttuklarını dile getirmişlerdir. Özellikle belli bir meslek sahibi olduklarından dolayı iş rolleri ve evdeki bakım rollerinin üst üste gelmesinin yıpratıcı olduğunu belirtmişlerdir. Bakım sorumluluğu bakım vericilerin aile ve arkadaşlarıyla geçirecekleri vaktin azalmasına neden olarak bakım vericilerin sosyal yaşamını da olumsuz etkilenmektedir. Yaşlı bireylerin ihtiyaçlarına özen gösterdiklerinde kendi aile ve arkadaşlarından yeterli destek göremedikleri zaman sosyal destek eksikliği yaşayabilmektedirler. Bu durum gerginlik gibi olumsuz duygular yaşamalarına neden olabilmektedir. (Lee ve ark. 2015; Lai ve Thomson 2011; Kaufman ve ark. 2010; Chiou ve ark 2009) Bizim çalışmamızda da katılımcılar bakım sorumlulukları nedeniyle sosyal hayatlarından geride kaldıklarını, destek arayışına girdiklerini ifade etmişlerdir.

## **Kazanımlar**

Küresel çaptaki araştırmalar, bakım vermenin ve bakım verenlerin yük, sosyal destek, yaşam kalitesi, başa çıkma, ifade edilen duygular ve ruhsal sorunlar gibi çeşitli olumsuz yönlerini değerlendirmiştir. Literatürde, bakım vermenin olumlu yönlerini inceleyen araştırmalar konusunda nispeten bir eksiklik vardır. Genel olarak araştırmalar, bakım vermeyi olumsuz bir fenomen olarak ele alsa da nadir de olsa bakım vermenin yalnızca olumsuz sonuçlarla ilişkili olmadığı, aynı zamanda bireysel kazanımlar ve memnuniyet deneyimlerini de araştırmaya başlamıştır (Kulhara et al., 2012).

Araştırmaya katılan bireyler, kronik hastalığı olan yaşlı bireylere bakım vermeye yönelik olumlu bazı duygularından bahsetmişlerdir.

Bakım görevlerini iyi yerine getirmekten duyulan memnuniyet duygusu çoğu çalışmada bakıcılar tarafından dile getirilmiştir. Memnuniyet duyguları özellikle iyi bir iş yapmakla,

güven duygusuyla ve bakım alan bireyleri mümkün olduğu kadar rahat ettirmekle ilişkilendirilmiştir (Peacock et al., 2010; Jervis et al., 2010).

Katılımcılar yaşlı bireye bakım vermenin onlara manevi doyum sağladığını, baktıkları bireye vefa borçlarını ödediklerini hissettiklerini ve aynı zamanda bakım yoluyla kazanılan duygusal ödüllerden bahsetmişlerdir. Bu ödüller; katılımcılar tarafından takdir edilme, başarılı hissetme olarak belirtilmiştir. Ayrıca bakım sürecinde; içsel olarak büyüdüklerini, sabırlarının güçlendiğini, öz farkındalık kazandıklarını ve kendilerine duydukları saygının arttığından bahsetmişlerdir. Literatürde de sonuçlarımıza paralel olarak demans gibi kronik hastalığı olan yaşlıya bakım veren birçok bakıcının karşılaştığı zorluklarla iyi başa çıktığını ve bakım vermeyi ödüllendirici ve tatmin edici bir deneyim olarak deneyimlediğini ifade etmektedir (Lloyd et al., 2016).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada çalışan bireyler bakımın fiziksel, duygusal ve sosyal zorlukları, iş hayatı ve sosyal hayatı sonucunda rol karmaşaları yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ancak bu olumsuz duygulara ek olarak bakım vermenin ve bakım çıktılarının kendilerinde bazı olumlu hisler oluşturduğunu da ifade etmişlerdir. Bakım süreci, kişinin mesleğine ve bakım verilen bireyin durumuna göre farklılaşabilmektedir. Bu farklılıkları esas alan bireye özgü danışmanlık veren bir sağlık çalışanına erişebilmenin bakımı alan ve bakımı sunanlar için önemli olabileceği düşünülmektedir.

Ayrıca literatürde çalışan bireylerin kronik hastalığı olan yaşlı bireylere bakım verme deneyimleri konusu yetersiz kaldığından bu konuda daha çok nitel çalışmaların yapılması önerilmektedir. Araştırmamızda çalışan bireylerin kronik hastalığı olan yaşlı bireylere bakım vermenin olumlu yönlerini de belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

## KAYNAKÇA

Akgun-Citak, E., Attepe-Ozden, S., Vaskelyte, A., van Bruchem-Visser, R. L., Pompili, S., Kav, S., ... & Mattace-Raso, F. U. (2020). Challenges and needs of informal caregivers in elderly care: Qualitative research in four European countries, the TRACE project. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 87, 103971.

Amuthavalli Thiyagarajan, J., Mikton, C., Harwood, R. H., Gichu, M., Gaigbe-Togbe, V., Jhamba, T., ... & Diaz, T. (2022). The UN Decade of healthy ageing: strengthening measurement for monitoring health and wellbeing of older people. *Age and Ageing*, 51(7), afac147.

Baik, D., Song, J., Tark, A., Coats, H., Shive, N., & Jankowski, C. (2021). Effects of physical activity programs on health outcomes of family caregivers of older adults with chronic diseases: a systematic review. *Geriatric Nursing*, 42(5), 1056-1069.

- Birtha, M., & Holm, K. (2017). Who Cares? Study on the challenges and needs of family carers in Europe. *COFACE: Brussels*.
- Capistrant, B. D. (2016). Caregiving for older adults and the caregivers' health: An epidemiologic review. *Current Epidemiology Reports*, 3(1), 72-80.
- Chiou, C. J., Chang, H. Y., Chen, I. P., Wang, H. H. (2009). Social support and caregiving circumstances as predictors of caregiver burden in Taiwan. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 48, 419-424.
- Çakır, G. & Yaman, Ö. M. (2021). Yaşlılara evde bakım veren aile üyelerinin yaşadıkları zorluklar ve etkileyen unsurlar. *Tıbbi Sosyal Hizmet Dergisi*, 18, 104-124. Doi: 10.46218/tshd.983990
- Danucalov, M. A., Kozasa, E. H., Afonso, R. F., Galduroz, J. C., & Leite, J. R. (2017). Yoga and compassion meditation program improve quality of life and self-compassion in family caregivers of Alzheimer's disease patients: A randomized controlled trial. *Geriatrics & Gerontology International*, 17(1), 85-91. .
- Glesne, C. (2015). Nitel Araştırmaya Giriş, Ali E ve Pelin Y, Çev ed., Ankara: Anı Yayıncılık.
- Gözüm, S., Cingil, D., Demir Avcı, Y. (2017). Yaşlıya evde bakım verenlerin gereksinimleri. In N. Bilgili & Y. Kitiş (Eds.), *Yaşlılık ve Yaşlı Sağlığı*.(ss. 557-577). Ankara: Vize.
- Jervis L., Boland M., Fickenscher A. (2010). American Indian family caregivers' experiences with helping elders. *The Journal of Cross Cultural Gerontology*, 25, 355–369. DOI: 10.1007/s10823-010-9131-9.
- Kaufman, A. V., Kosberg, J. I., Leeper, J. D., Tang, M. (2010). Social support, caregiver burden, and life satisfaction in a sample of Rural African American and White Caregivers of older persons with dementia. *Journal of Gerontological Social Work*, 53, 251–269.
- Kokorelias, K. M., Lu, F. K., Santos, J. R., Xu, Y., Leung, R., & Cameron, J. I. (2020). “Caregiving is a full-time job” impacting stroke caregivers' health and well-being: A qualitative meta-synthesis. *Health & Social Care in the Community*, 28(2), 325-340.
- Kristjanson, Liaoun, S. (2004). Palliative care for families : remembering the hidden patients. *Canadian Journal of Psychiatry*, 49, 359- 365.
- Kulhara, P., Kate, N., Grover, S., & Nehra, R. (2012). Positive aspects of caregiving in schizophrenia: A review. *World journal of psychiatry*, 2(3), 43.
- Lai D. W. L., Thomson, C. (2011). The impact of perceived adequacy of social support on caregiving burden of family caregivers. *Families in Society*, 92(1), 99-106.
- Lee, J. E., Shin, D. W., Cho, J., Yang, H. K., Kim, S. Y., Yoo, H. S., ... & Park, J. H. (2015). Caregiver burden, patients' self-perceived burden, and preference for palliative care among cancer patients and caregivers. *Psycho-Oncology*, 24(11), 1545-1551.

- Litzelman, K., Green, P. A., & Yabroff, K. R. (2016). Cancer and quality of life in spousal dyads: spillover in couples with and without cancer-related health problems. *Supportive Care in Cancer*, 24(2), 763-771.
- Lloyd, J., Patterson, T., & Muers, J. (2016). The positive aspects of caregiving in dementia: A critical review of the qualitative literature. *Dementia*, 15(6), 1534-1561.
- Lopez-Hartmann, M., Wens, J., Verhoeven, V., & Remmen, R. (2012). The effect of caregiver support interventions for informal caregivers of community-dwelling frail elderly: a systematic review. *International journal of integrated care*, 12.
- Merriam, S.B. (2018). Nitel Araştırma Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber, Selahattin T, Çev-ed. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- O'Connor, S. (2022). Artificial Intelligence for Older Adult Health: Opportunities for Advancing Gerontological Nursing Practice. *Journal of Gerontological Nursing*, 48(12), 3-5.
- Oldenkamp, M., Bültmann, U., Wittek, R. P., Stolk, R. P., Hagedoorn, M., & Smidt, N. (2018). Combining informal care and paid work: The use of work arrangements by working adult-child caregivers in the Netherlands. *Health & social care in the community*, 26(1), e122-e131.
- Peacock S., Forbes D., Markle-Reid M., Hawranik P., Morgan D., Jansen L., Henderson S. (2010). The positive aspects of the caregiving journey with dementia: Using a strengths-based perspective to reveal opportunities. *Journal of Applied Gerontology*, 29, 640–659. DOI: 10.1177/0733464809341471.
- Pinquart, M., & Sörensen, S. (2011). Spouses, adult children, and children-in-law as caregivers of older adults: a meta-analytic comparison. *Psychology and aging*, 26(1), 1.
- Puterman, E., Weiss, J., Lin, J., Schilf, S., Slusher, A. L., Johansen, K. L., & Epel, E. S. (2018). Aerobic exercise lengthens telomeres and reduces stress in family caregivers: A randomized controlled trial-Curt Richter Award Paper 2018 *Psychoneuroendocrinology*, 98, 245-252.
- Selçuk, K. T., & Avcı, D. (2016). Kronik hastalığa sahip yaşlılara bakım verenlerde bakım yükü ve etkileyen etmenler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 1-9.
- Siddiqui, S., & Khalid, J. (2019). Determining the caregivers' burden in caregivers of patients with mental illness. *Pakistan journal of medical sciences*, 35(5), 1329.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (Erişim tarihi 2021). Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2021-45636>
- Varma, G. S., Oğuzhanoğlu, N. K., Ateşçi, F. Ç., Karagöz, N., & Apa, F. (2018). Alzheimer hastasına bakım veren yakınlarında psikodramatik grup terapisi. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 19(6), 567-576.
- World Health Organization (WHO) *Ageing and health* (2022). Access date 05.12.2022 Available adress: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>



Yeşil, T., Uslusoy, E. Ç., & Korkmaz, M. (2016). Kronik Hastalığı Olanlara Bakım Verenlerin Bakım Yükü ve Yaşam Kalitesinin İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(4), 54-66.

Zaybak, A., Güneş Ü. Y., İsmailoğlu, E. G., & Ülker, E. (2012). Yatağa Bağımlı Hastalara Bakım Veren Bireylerin Bakım Yüklerinin Belirlenmesi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(1), 48-54.

Zorcec, T., Jakjovska, T., Micevska, V., Boskovska, K., & Cvejoska Cholakovska, V. (2020). Pandemic with COVID-19 and families with children with chronic respiratory diseases. *Prilozi (Makedonska akademija na naukite i umetnostite. Oddelenie za medicinski nauki)*.



## TOXIC EFFECTS OF BLUE-GREEN ALGAE

LATİFE CEYDA İRKİN<sup>1</sup>, ŞAMİL ÖZTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale Faculty of Applied Sciences,  
0000-0001-6603-8413

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart University, Vocational School of Health Services,  
0000-0002-9435-8139

### ABSTRACT

Cyanobacterial proliferations threaten human and animal health globally. They are encouraged by the warming climate and agricultural pollution, which creates warm environments rich in the growth of these creatures. The cyanotoxins produced by these proliferations have caused poisonings in many living species; however, these cases are severely underreported and many are likely to be overlooked. The aim of this study is to report cyanotoxin poisonings affecting humans. There is no standard method available for the reporting and diagnosis of cyanotoxin intoxication cases, and both clinical diagnostic tools and research chemistry techniques are needed. These toxins threaten human health by contacting floral material during recreational water activities as well as the consumption of contaminated fish, mollusks and gastropods. While the threat of cyanotoxins to human and pet health is not fully understood, resources and attention are invested in understanding public and pet health risks.

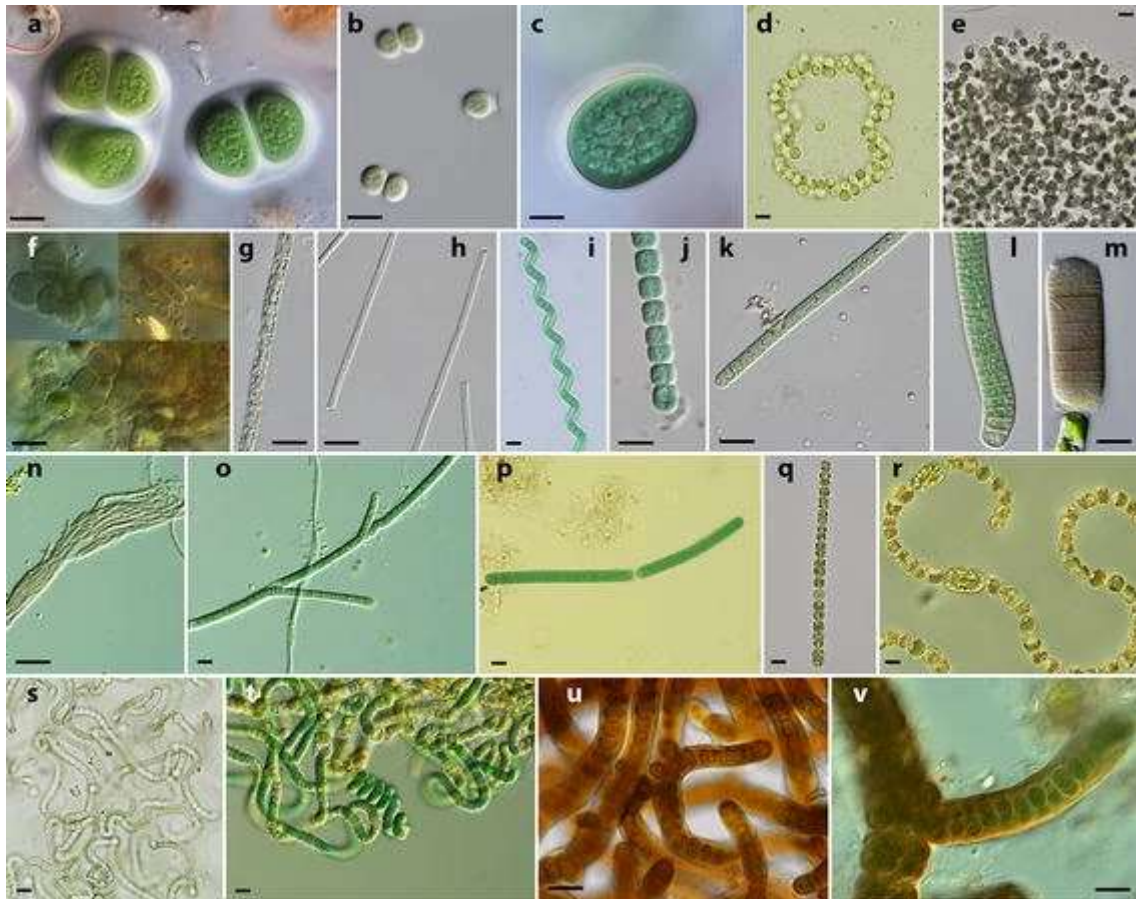
**Keywords:** Cyanobacteria, toxin, food, health.

### INTRODUCTION

In many countries of the world, as a result of unplanned urbanization, unplanned construction and unconsciously created environmental pollution, groundwater as well as surface water has been rapidly consumed and polluted and rendered unusable. It is an important problem that only 5% of wastewater can be treated in developing countries and that industrial and domestic wastes are discharged into the environment, streams and groundwater in an uncontrolled manner. Depending on the pollution increase, the increase of cyanobacteria biomass in the water also affects the water quality. Excessive growth of blue-green algae (cyanobacteria) in water is defined as "bloom". The increase in such biological activities causes changes in the taste and smell of water. Especially in surface waters, excessive algae growth with eutrophication limits the use of water as drinking water, and a great danger for human health in the world's water resources and coastal waters occurs with the combination of toxic species [2,3].

*Spirulina sp.* Some of the overgrowing genera such as *Microcystis*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Anabaenopsis*, *Nostoc*, *Nodularia*, *Cylindrospermopsis* have the ability to produce toxins (Figure 3). one). These substances, called cyanotoxins, are secondary

metabolites produced by cyanobacteria [4]. These produced toxins can cause diseases and even death in humans and other living things [5]. There are many types of cyanobacterial toxins. It was determined that the most common poisoning agent among these was microcystin-LR. The World Health Organization (WHO) has determined the maximum toxin limit of drinking water as 1 µg/L, taking into account the health risks in terms of cyanobacterial toxins [6].



**Figure 1.** Morphological diversity in cyanobacteria [14]

(<https://asm.org/Articles/2021/September/Cyanobacteria-Blankets-of-Doom-Causes-and-Effects>)

### **EFFECTS OF CYANOBACTERIAL TOXINS IN LIFE**

Since algae are distributed in competitive environments, they have developed some adaptation and defense mechanisms. The most important adaptation observed in cyanobacteria is that they produce extremely bioactive secondary metabolites (cyanotoxins) that are toxic to eukaryotes and mammals. Cyanotoxins, which have high activity, affect the environment and disrupt the ecosystem [7]. Cyanotoxins produced by cyanobacteria are called neurotoxins, dermatotoxins (cytotoxins) and hepatotoxins. Chemically defined, there are three groups: cyclic peptides, alkaloids and lipopolysaccharides. Poisoning caused by cyanotoxins occurs when toxin-producing cyanobacteria are taken directly into the body or by consuming living things such as fish and mussels that feed on these creatures and have cyanotoxin accumulation in their bodies [6].

Toxins in cyclic peptide structure synthesized from cyanobacteria in different water bodies ranging from fresh waters to oceans are known as microcystin and nodularin. Other cyclic polypeptides, cyanopeptoline and anabaenopeptides, are reported to be less toxic. They are small molecules with molecular weights varying between 800-1000 Daltons and are known to be 100 times more toxic than linear ones. Many cyclic toxins are hydrophilic and generally do not pass through the vertebrate cell membrane and are therefore taken up by energy-requiring transport systems [8]. Experiments in mouse liver show that organic anion transporters are responsible for the transport of cyclic peptides. For this reason, it has been determined that microcystin and nodularin can pass through cell membranes to organs that are organic anion carriers such as the liver [8,9].

Hepatotoxins cause bleeding and cumulative damage in the liver in humans, and cause many diseases such as abnormalities in the digestive and respiratory system, necrotic damage to vital organs and itching of the skin. Microcystin is resistant to digestion in the gastrointestinal tract. Toxins reach high concentrations in the liver with an active transport system such as the bile acid transporter system. It has been reported that they cause the collapse of cells by breaking down the proteins in the structure of the liver, shock as a result of the collection of blood in the liver, and then death. Microcystin and nodularin cause tumor suppressor proteins to be affected by inhibiting phosphatase enzymes that play a role in maintaining homeostasis in the cell. It has been reported that this may promote rapid cell division and tumor formation [10, 11].

Anatoxins; It is divided into 3 main groups. These; anatoxin-a, homoanatoxin-a, anatoxina(s). They are agents produced by many cyanobacteria and affect the nervous system. Anatoxins cause the Na<sup>+</sup> channels to be constantly open, resulting in paralysis of the muscular system by overworking. When it affects the respiratory system muscles, it leads to a lack of oxygen in the brain. Anatoxin-a(s) is the only known natural organophosphate cholinesterase inhibitor and causes salivation. The LD<sub>50</sub> value was determined as 20 µg/kg in anatoxin-a(s) mice with a molecular weight of 252 and a high toxicity. The most prominent symptoms are viscous mucoid hypersalivation and lacrimation, and nausea, vomiting, and diarrhea are also observed. It is stated that death occurs as a result of respiratory arrest [12].

Cylindrospermopsin, which is known to cause health problems in drinking waters especially in tropical and subtropical regions of Australia, is produced by *Cylindrospermopsis raciborskii* [13]. It has a cyclic guanine-alkaloid structure and a molecular weight of 415 Daltons and is hepatotoxic. It has been reported to damage the liver, kidneys and intestines by blocking protein synthesis. The LD<sub>50</sub> value of pure cylindrospermopsin in mice was determined as 2.1 mg/kg dose in 24 hours and 0.2 mg/kg dose in 5-6 days. The toxins of the marine cyanobacteria *Lyngbya*, *Oscillatoria* and *Schizotrix* are known as dermatotoxic alkaloids because they cause skin infections in swimmers. It has been determined that inflammatory wounds caused by *Lyngbya* species are caused by aplischiatoxin and debromoaplycyatoxin. It is also reported that the toxin called lingbiatoxin-a isolated from a species of *Lyngbya* causes inflammation in the skin, mouth and intestinal mucosa.

## CONCLUSION

In addition to the physico-chemical parameters in water resources in our country, in order to understand aquatic ecosystems, examining the biotic factors in these ecosystems will give more reliable results. In order to protect aquatic ecosystems and human health, phytoplankton should be monitored in aquatic environments and potential areas where cyanobacteria are found and multiply and risk areas should be determined. Necessary fights and measures should be applied against cyanobacteria. The most effective method for the control of cyanobacteria is to control water resources and prevent their formation before overgrowth. It is of great importance to create emergency action plans in order to respond quickly to negative situations that may occur due to harmful cyanobacteria increases and to minimize the harm that may occur to people and the environment.

## REFERENCES

- [1] Kahraman S. D., Küplülü Ö. Siyanobakteriler ve toksinleri. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi. 2012; 83(2): 36-47.
- [2] Falconer IR, Humpage AR. Health risk assessment of cyanobacterial (blue-green algal) toxins in drinking water. *Int J Environ Res Public Health*. 2005 Apr;2(1):43-50.
- [3] Codd GA (2000): Cyanobacterial Toxins, the perception of water quality and the prioritisation of eutrophication control. *Ecol Eng*, 169, 56-60.
- [4] Huang IS, Zimba PV. Cyanobacterial bioactive metabolites-A review of their chemistry and biology. *Harmful Algae*. 2019 Mar;83:42-94.
- [5] Gkelis S, Lanaras T, Sivonen K. Cyanobacterial Toxic and Bioactive Peptides in Freshwater Bodies of Greece: Concentrations, Occurrence Patterns, and Implications for Human Health. *Mar Drugs*. 2015 Oct 12;13(10):6319-35.
- [6] Falconer IR, Humpage AR. Health risk assessment of cyanobacterial (blue-green algal) toxins in drinking water. *Int J Environ Res Public Health*. 2005 Apr;2(1):43-50.
- [7] Chorus, I., 2001. ‘‘Cyanotoxins: occurrence, causes, consequence’’, Springer, Heidelberg, Germany.
- [8] Turner AD, Waack J, Lewis A, Edwards C, Lawton L. Development and single-laboratory validation of a UHPLC-MS/MS method for quantitation of microcystins and nodularin in natural water, cyanobacteria, shellfish and algal supplement tablet powders. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2018 Feb 1;1074-1075:111-123.
- [9] Codd GA (2000): Cyanobacterial Toxins, the perception of water quality and the prioritisation of eutrophication control. *Ecol Eng*, 169, 56-60.
- [10] Runnegar, M., Berndt, N.; Kaplowitz, N., 1995a. Mikrosistin uptake and inhibition of protein phosphatases: effects of chemoprotectants and self-inhibition in relation to known hepatic transporters, *Toxicol. App. Pharmacol.*, 134, 264-72.



[11] Fujiki, H., Suganuma, M., 1993. Tumor promotion by inhibitors of protein phosphatases 1 and 2A: the okadaic acid class of compounds. *Adv. Cancer Res.*, (61), 143-194.

[12] Bláha L, Babica P, Maršálek B. Toxins produced in cyanobacterial water blooms - toxicity and risks. *Interdiscip Toxicol.* 2009 Jun;2(2):36-41.

[13] Svirčev Z, Chen L, Sántha K, Drobac Backović D, Šušak S, Vulin A, Palanački Malešević T, Codd GA, Meriluoto J. A review and assessment of cyanobacterial toxins as cardiovascular health hazards. *Arch Toxicol.* 2022 Nov;96(11):2829-2863.

[14] <https://asm.org/Articles/2021/September/Cyanobacteria-Blankets-of-Doom-Causes-and-Effects> (Accessed: 12.04.2023)

## NÖRODEJENERATİF HASTALIKLARDA FUCOİDAN'IN KORUYUCU ROLÜ

ŞAMİL ÖZTÜRK <sup>1</sup>, LATİFE CEYDA İRKİN <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu,  
, 0000-0002-9435-8139

<sup>2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi,  
0000-0001-6603-8413

### ÖZET

Nörodejeneratif hastalıklardan Alzheimer, Parkinson ve Amyotrofik lateral skleroz (ALS) başta olmak üzere, sinir sisteminde meydana gelen hasarlar hem hastaların hem de bakıcılarının yaşam kalitesini düşüren acil tıbbi problemlerin başında gelmektedir. Bu hastalıkların güncel tedavileri mevcuttur değildir. Yapılan çalışmalarda tedavi seçenekleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Fucoidan, kahverengi alglerde ve bazı hayvanlarda bulunan ve antioksidan, anti-tümör, anti-pıhtılaşma, anti-trombotik, immün düzenleyici, anti-viral ve anti-inflamatuar etkiler gibi birçok biyolojik ve farmakolojik aktiviteye sahip doğal bir bileşiktir. Giderek artan sayıda çalışma, fucoidan'ın ayrıca nöroprotektif bir işleve sahip olabileceğini göstermiştir. Özellikle son çalışmalar, fucoidan'ın nörodejeneratif süreçleri yavaşlatabileceğini ve beyin hasarlarına karşı terapötik değeri olabilecek etkiler gösterebileceğini göstermiştir. Bu derlemede, fucoidanın farmakokinetiğini ve fucoidan'ın bazı nörolojik bozukluklar üzerinde nöroprotektif etkisinin moleküler mekanizmaları tartışıldı. Bununla birlikte, nörodejeneratif hastalıklar ve beyin hasarı tedavisinde diğer ilaçlarla kombinasyon halinde fucoidan'ın olası faydalarına. Özellikle kahverengi alglerden ekstraksiyon fucoidan elde edilmesi süreci iyi bir şekilde geliştirilmiş olmasına rağmen, daha fazla fucoidan'ın klinik denemelerinin yapıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Nörodejenerasyon, fucoidan, alg, alternatif tedavi.

### GİRİŞ

Nörodejeneratif hastalıklar nöronların ilerleyici dejenerasyonu ile karakterize hastalıklardır. Alzheimer, Parkinson, Multipl skleroz, Spinal Musküler Atrofi ve Huntington, nörodejeneratif hastalıkların başlıcalarıdır. Sinir sisteminde tutulumun yerine bağlı olarak bilişsel veya motor fonksiyonları etkilemektedir. Özellikle bilişsel bozuklukların eşlik etmesi ve demans belirtilerinin ortaya çıkması nörodejeneratif hastalıklarda belirti olarak hatırı sayılır bir öneme sahiptir. Demans, Alzheimer hastalığının en sık nedeni olduğundan bu kategorinin önde gelen hastalığı olarak ön plana çıkarmaktadır. Alzheimer hastalığı multifaktöriyel ve ilerleyici bir demans nedenidir. Hastalık %5 ailesel geçişli, %95'inde ise hastalık sebebi bilinmemektedir. Kendiliğinden ortaya çıkar ve prodromal Alzheimer olarak adlandırılır. Ailesel tipi daha genç yaşta ortaya çıksa da Alzheimer genel olarak 65 yaşın üzerinde görülen bir yaşlılık hastalığıdır. Yıllık insidansı 65 yaşta %0.3 iken 90 yaş ve üzerinde %6.9'a yükselmektedir. Yakın zamanda

yapılan sistematik bir derleme ve meta-analiz raporuna göre 2010 yılında dünya genelinde 35.6 milyon civarında olan demans vakalarının her 20 yılda bir iki katına çıkarak 2030'da 65.7 milyon ve 2050'de 115.4 milyona ulaşması beklenmektedir [1].

Tıbbi araştırmalar, enflamasyon, oksidatif stres ve mitokondriyal disfonksiyon gibi birçok faktörün nörodejeneratif hastalıkların oluşumu ve gelişimi ile ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur [2]. Nöroinflamasyonun tipik ayırt edici özelliği, nöroinflamatuvar reaksiyonlarda önemli bir rol oynayan mikroglia aktivasyonudur. Çevresel toksinlere, endojen proteinlere ve nöronal ölüme yanıt olarak mikroglia'nın düzensiz aktivasyonu, nöronal hasarı ortaya çıkarır.4

Oksidatif stres, aşırı reaktif oksijen türleri (ROS) oluşumu veya antioksidan sistemin işlev bozukluğu ile ilgili olan dengesiz redoks durumları tarafından indüklenir.5 Birden fazla çalışma, oksidatif stresin AD, PD ve ALS gibi nörodejeneratif bozukluklarda gözlemlenen erken göstergelerden biri olduğunu göstermiştir [3,4] Mitokondri, hücre içi metabolik aktiviteleri ve hücrel iyon homeostazı, oksidatif stres, apoptotik ve nekrotik hücre ölümü gibi sinyal yollarını ve ayrıca mitokondriden hücre çekirdeğine yoluyla nükleer gen ekspresyonunun modülasyonunu içeren normal hücrel fonksiyonlar için hayati öneme sahiptir.12 Son araştırmalar, mitokondriyal disfonksiyonun AD, PH ve ALS'nin patogenezinde baskın bir rol oynadığını belirlemiştir [5]. Önemli bir ilaç kaynağı olan doğal ürünler, hayvanların, bitki özlerinin, deniz organizmalarının ve mikroorganizmaların bileşenlerini veya metabolitlerini ifade eder. Çoğu geleneksel Çin ilacı doğal kaynaklardan gelmekle kalmaz, aynı zamanda modern tıpta yaygın olarak kullanılan kimyasal ilaçların yarısı da doğal bileşiklerden, türevlerinden veya analoglarından elde edilir. Fucoidan, Fucus, Sargassum ve Undaria gibi çeşitli kahverengi alglerden elde edilen ve birden fazla biyolojik işlevi olan doğal bir üründür. Çalışmalar, fucoidan'ın tümörleri tedavi etmek için kullanılabileceğini göstermiştir [6-8]. Fucoidan'ın ayrıca güçlü nöroprotektif etkileri vardır ve nörodejeneratif hastalıkların tedavisi ve/veya önlenmesi için potansiyele sahip olabilir [9].

Bu derlemede, Fucoidan'ın çeşitli nörodejeneratif hastalıklar ve beyin hasarındaki potansiyel terapötik faydalarını tartıştık ve fucoidan'ın nöroprotektif etkilerini uyguladığı moleküler mekanizmayı analiz ettik.

Sülfatlanmış bir polisakkarit olan fucoidan, esas olarak fukoz kalıntıları ve sülfat kalıntılarından oluşan potansiyel bir doğal üründür. İlk olarak kahverengi alglerden elde edilmiş ve "fucoidin" olarak adlandırılmıştır [10]. Çok sayıda yapısal çalışma, kahverengi alglerden fucoidanların kimyasal bileşimlerinin, yapılarının ve konformasyonunun farklı ve karmaşık olduğunu ve bunlara bağlı olduğunu göstermiştir. Fucoidan, çeşitli kahverengi deniz yosunu türlerinin hücre duvarı matrisinde bulunur. Antikanser, antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuvar, ve antikoagülan aktivitelere sahiptir. Fucoidan'ın biyolojik aktivitesi büyük ölçüde moleküler ağırlığına ve sülfata bağlıdır. Yüksek molekül ağırlıklı fucoidan, lipit çift tabakasından kolaylıkla geçemez ve biyolojik işlevini yerine getiremez, düşük molekül ağırlıklı fucoidan ve türevleri ise lipit çift tabakası yoluyla kolayca emilebilir ve böylece biyolojik etkinliğini yerine getirir. Fucoidan'ın etkilerinin, beyin bozukluklarının tedavisi için umut vadeden ilk 5 nöroprotektif ajan arasında yer aldığını belirtmekte fayda var. Pek çok çalışma, fucoidan'ın AD ve PH'yi hedef alan terapötik bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir [11].

Fukoidan'ın bazal ön beyin nöronlarındaki tüm hücre akımlarında amiloid beta (A $\beta$ ) kaynaklı azalmayı bloke edebildiğini ve bazal ön beyin nöronal kültürlerinde A $\beta$  kaynaklı nörotoksisiteye karşı nöroprotektif etkiler gösterebildiğini göstermektedir. Oral yoldan uygulanan fukoidan, öğrenme ve hafıza bozukluklarını iyileştirmiş olabilir. A $\beta$  ve D-Gal indüklemesi ile AD modeli oluşturulan sıçanlarda fukoidan, oksidatif stresi azaltarak ve kaspaz ve mitokondri apoptoz yollarını inhibe ederek kolinerjik sistemi düzenlemektedir [12].

Wang ve ark., fucoidan'ın AD'nin bir C. elegans modelinde A $\beta$  kaynaklı toksisiteye karşı koruyucu etkiler uyguladığını gözlemlemiştir. Ayrıca, Herpes simpleks virüsü tip 1 (HSV1), AB birikimi ve anormal şekilde fosforile edilmiş AD-benzeri tau proteini (P-tau) dahil olmak üzere AD'nin karakteristik anormal moleküllerinin oluşumunu indükleme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir. Wozniak ve ark., beş kahverengi alg türünden hazırlanan sülfatlanmış fukan ekstraktlarının, HSV1 kaynaklı A $\beta$  ve P-tau birikimine karşı antiviral aktivite gösterdiğini bulmuştur [13, 14].

Luo ve ark., fucoidan'ın antioksidatif aktivitesi yoluyla bir PH modelinde 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine (MPTP)'nin neden olduğu nörotoksisite üzerinde koruyucu bir etki gösterdiğini bulmuştur. Cui ve ark., fucoidan'ın, hücre içi ROS üretimini ve proinflamatuvar sitokin salınımını azaltarak LPS ile indüklenen bir PD modelinde hasarlı dopaminerjik nöronlar üzerinde nöroprotektif etkilere sahip olduğunu göstermiştir [15, 16]. Wang ve ark., fucoidan'ın rotenon ile indüklenen bir PD sıçan modelinde PD benzeri davranışları ve dopaminerjik nörodejenerasyonu hafifletmede faydalı olduğunu gösterdi. Liang ve ark., fucoidan'ın oksidan serbest radikallerin konsantrasyonunu azalttığını ve Mouse Dopaminergic Neuronal Cell Line (MN9D) hücrelerini 1-methyl-4-phenylpyridinium (MPP+) kaynaklı apoptozdan korumak için Bax ekspresyonunu inhibe ettiğini gösterdi [17].

LPS, mikrogliaı aktive edebilir ve mikroglia da sitokinlerin aşırı ekspresyonu yoluyla serebral iskemik hasarı hızlandırabilir. Fucoidan, bazı sitokinlerin/kemokinlerin ve nötrofil alımlarının inhibisyonu yoluyla LPS'nin neden olduğu serebral iskemik hasarda nöroprotektif bir rol oynadı. Hu ve ark., fucoidan'ın spinal sinir ligasyonu ile indüklenen nöropatik ağrı da allodini ve hiperaljeziyi azaltabildiğini ve nöroinflamasyonu belirgin şekilde inhibe edebildiğini gözlemledi. Ayrıca, tekrarlanan fukoidan uygulamasının, muhtemelen GABA reseptörünün aktivasyonu yoluyla, vinkristin kaynaklı mekanik ve soğuk allodiniyi önemli ölçüde iyileştirdiğini bulmuşlardır [18, 19].

## SONUÇ

Fucoidan'ın anti-inflamasyon, antioksidasyon ve anti-apoptoz gibi farklı mekanizmalar yoluyla nörodejeneratif hastalıklar ve beyin hasarı üzerindeki potansiyel terapötik etkilerini özetledik (Şekil 3). Bu sonuçlar, fucoidan'ın beyin hasarı ve nörodejeneratif hastalıkların müdahalesi için umut verici bir ajan olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, fucoidan'ın oldukça karmaşık ve heterojen yapısı nedeniyle, fucoidan'ın işlevi, kahverengi alglerin ve diğer kaynakların türüne ve ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak değişebilir.



## Kaynaklar

- [1] Erdemci F, Aşır F, Taş F. (2022). Etiology and Histopathology of Alzheimer's Disease and Current Approaches. *Black Sea Journal of Health Science*, 5(2), 322-327.
- [2] Glass, C.K., Saijo, K., Winner, B., Marchetto, M.C., Gage, F.H. Mechanisms underlying inflammation in neurodegeneration, *Cell*, 2010, 140, 918–934.
- [3] V. Kumar and K. D. Gill, Oxidative stress and mitochondrial dysfunction in aluminium neurotoxicity and its amelioration: A review, *Neurotoxicology*, 2014, 41, 154–166.
- [4] X. Wang, L. Liu, X. Gong, Y. Liao, R. Su, Y. Zheng, J. Hao and L. Zhang, Fucoidan protects dopaminergic neurons by enhancing the mitochondrial function in a rotenone-induced rat model of Parkinson's disease, *Aging Dis.*, 2018, 9, 590–604.
- [5] A. K. Camara, E. J. Lesnfsky and D. F. Stowe, Potential therapeutic benefits of strategies directed to mitochondria, *Antioxid. Redox Signal.*, 2010,
- [6] X. J. He, M. L. Xue, S. Jiang, W. W. Li, J. M. Yu and S. Xiang, Fucoidan promotes apoptosis and inhibits EMT of breast cancer cells, *Biol. Pharm. Bull.*, 2019, 42, 442–447.
- [7] C. R. Delma, S. Thirugnanasambandan, G. P. Srinivasan, N. Raviprakash, S. K. Manna, M. Natarajan and N. Aravindan, Fucoidan from marine brown algae attenuates pancreatic cancer progression by regulating p53-NFκB crosstalk, *Phytochemistry*, 2019, 167, 112078.
- [8] P.-Y. Chu, S.-C. Tsai, H.-Y. Ko, C.-C. Wu and Y.-H. Lin, Codelivery of natural compounds with a dual-targeted nanoparticle delivery system for improving synergistic therapy in an orthotopic tumor model, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2019, 11, 23880–23892.
- 20 L. Veenman, Raloxifene as treatment for various types of brain injuries and neurodegenerative diseases: a good start, *Int. J. Mol. Sci.*, 2020, 21, 7586.
- [9] Y. Wang, M. Xing, Q. Cao, A. Ji, H. Liang and S. Song, Biological activities of fucoidan and the factors mediating its therapeutic effects: a review of recent studies, *Mar. Drugs*, 2019, 17, 183.
- [10] H. Wei, Z. Gao, L. Zheng, C. Zhang, Z. Liu, Y. Yang, H. Teng, L. Hou, Y. Yin and X. Zou, Protective effects of fucoidan on Aβ<sub>25–35</sub> and d-Gal-induced neurotoxicity in PC12 cells and d-Gal-induced cognitive dysfunction in mice, *Mar. Drugs*, 2017, 15, 77.
- [11] X. Wang, K. Yi and Y. Zhao, Fucoidan inhibits amyloidβ-induced toxicity in transgenic *Caenorhabditis elegans* by reducing the accumulation of amyloid-β and decreasing the production of reactive oxygen species, *Food Funct.*, 2018, 9, 552–560.
- [12] M. Wozniak, T. Bell, Á. Dénes, R. Falshaw and R. Itzhaki, Anti-HSV1 activity of brown algal polysaccharides and possible relevance to the treatment of Alzheimer's disease, *Int. J. Biol. Macromol.*, 2015, 74, 530–540.
- [13] D. Luo, Q. Zhang, H. Wang, Y. Cui, Z. Sun, J. Yang, Y. Zheng, J. Jia, F. Yu, X. Wang and X. Wang, Fucoidan protects against dopaminergic neuron death in vivo and in vitro, *Eur. J. Pharmacol.*, 2009, 617, 33–40.
- [14] Y.-Q. Cui, Y.-J. Jia, T. Zhang, Q.-B. Zhang and X.-M. Wang, Fucoidan protects against lipopolysaccharide-induced rat neuronal damage and inhibits the production of proinflammatory mediators in primary microglia, *CNS Neurosci. Ther.*, 2012, 18, 827–833.



- [15] Z. Liang, Z. Liu, X. Sun, M. Tao, X. Xiao, G. Yu and X. Wang, The effect of fucoidan on cellular oxidative stress and the CatD-Bax signaling axis in MN9D cells damaged by 1-Methyl-4-Phenylpyridinium, *Front. Aging Neurosci.*, 2019, 10, 429.
- [17] C. Hu, G. Zhang and Y.-T. Zhao, Fucoidan attenuates the existing allodynia and hyperalgesia in a rat model of neuropathic pain, *Neurosci. Lett.*, 2014, 571, 66–71.
- [18] C. Hu, Y.-T. Zhao, G. Zhang and M.-F. Xu, Antinociceptive effects of fucoidan in rat models of vincristine-induced neuropathic pain, *Mol. Med. Rep.*, 2017, 15, 975–980.

## GERİATRİK HASTAYA BAKIMDA KÜLTÜRLERARASI YAKLAŞIM

Arş. Gör. Edanur ÇAK ÜÇLER<sup>1</sup>, Prof. Dr. Naile BİLGİLİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0002-7639-0303>

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, <https://orcid.org/0000-0002-7048-2311>

### ÖZET

Yaşlı nüfusun sayısı giderek artmaktadır. Dünya genelinde 65 yaş ve üzeri nüfusun oranı günümüzde %10' a yaklaşmıştır ve 2050 yılına gelindiğinde bu oranın %16'lara kadar çıkacağı tahminler arasında yer almaktadır. Ülkemizde de durum benzer olup, yaşlı nüfusun oranı %9,7'dir. Yaşlı nüfusun sayısının artması doğum oranlarının azalması, yaşam kalitesinin artması, ortalama yaşam süreninin uzaması gibi faktörlerle yakından ilişkilidir. Önemli bir diğer faktör ise göç unsurudur. Göçler, nüfusun sayısında ve yapısında bazı değişikliklere neden olmaktadır. Göç İstatistikleri incelediğinde 65 yaş ve üzeri göç eden bireylerin sayısının giderek artış gösterdiği görülmektedir. Yine nüfus tahminlerine göre 2050'li yıllarda yaşlı nüfusun neredeyse %40'ının etnik kökeninin farklı bir azınlığa ait olacağı ön görülmektedir. Hal böyleyken yaşlı bireylere sağlık bakım hizmetlerinin sunumunda kültürel bir çeşitlilik meydana geldiği göz ardı edilmemelidir. Bu noktada sağlık profesyoneli olan hemşirelerin farklı kültürel gruba sahip yaşlılara kültüre duyarlı bakım sunmak durumunda kaldığı görülmektedir. Bu süreçte hemşirelere bazı rol, görev ve sorumluluklar düşmektedir.

Farklı kültürere sahip yaşlı bireylerin bakımlarına yönelik var olan sorunları tanımlamak amacıyla ayrı bir kavrama sahip olma ihtiyacından dolayı etnogeriatri kavramı geliştirilmiştir. Birden fazla disiplinin ve mesleğin bir araya gelmesiyle oluşturulan etnogeriatri yaşlanma, sağlık ve etnik köken alanlarının kesişmesiyle kavramsallaştırılmıştır. Yaşlı nüfusun irksal ve etnik çeşitliliğinin fazla olması sebebi ile etnogeriatri kavramı son dönemlerde oldukça önemli hale gelmiştir. Bu derleme geriatrik hastaya bakımda kültürlerarası yaklaşımı incelemek amacıyla yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Geriatri, etnogeriatri, kültürel bakım, kültürlerarası yaklaşım, hemşirelik

## INTERCULTURAL APPROACH TO CARE OF THE GERIATRIC PATIENT

### ABSTRACT

The elderly population is increasing gradually. The proportion of the population aged 65 and over worldwide has approached 10% today, and it is among the estimates that this ratio will rise to 16% by 2050. The situation is similar in our country, and the proportion of the elderly population is 9.7%. The increase in the number of the elderly population is closely related to factors such as the decrease in birth rates, an increase in quality of life, and a prolongation of life expectancy. Another important factor is immigration. Migrations cause some changes in the number and structure of the population. When the Migration Statistics are examined, it is seen that the number of individuals aged 65 and over has been increasing gradually. Again, according to population estimates, it is predicted that almost 40% of the elderly population will belong to a different ethnicity minority in the 2050s. Nevertheless, it should not be ignored that there is cultural diversity in the provision of health care services to elderly individuals. At this point, it is seen that nurses who are health professionals have to provide culturally sensitive care to the elderly with different cultural groups. Some roles, duties, and responsibilities fall on nurses during this process.

The concept of ethnogeriatrics has been developed due to the need to have a separate concept to describe the existing problems in the care of elderly individuals from different cultures. Ethnogeriatrics, which is formed by the coming together of more than one discipline and profession, is conceptualized by the intersection of aging, health, and ethnicity areas. Due to the racial and ethnic diversity of the elderly population, the concept of ethnogeriatrics has become very important recently. This review was made to examine the intercultural approach in the care of geriatric patients.

**Keywords:** Geriatrics, ethnogeriatrics, cultural care, intercultural approach, nursing

### GİRİŞ

Dünya genelinde yaşlı bireylerin ve yaşlanmakta olan bireylerin sayısı giderek artış göstermektedir (World Population Prospects, 2022). Önümüzdeki yıllarda eğilimin bu yönde devam edeceği bildirilmektedir (Likupe, Baxter & Jogi, 2018). Küresel olarak yaşlı nüfusun oranı 2020 yılında %9,3'tür. 2050 yılına gelindiği zaman bu oranın %16,0'ya çıkacağı tahminler arasında yer almaktadır. (United Nations, 2019; Akt. World Population Ageing Highlights, 2020). Ülkemizdeki yaşlı nüfusun oranı ise %9,7'dir. Bu oranın yirmi yıl gibi bir zaman dilimi içerisinde %16,3'e kadar yükseleceği öngörülmektedir (TÜİK İstatistiklerle Yaşlılar, 2022). Yaşlı nüfusun sayısının artması; doğum oranlarının azalması, yaşam kalitesinin artması, ortalama yaşam sürenin uzaması gibi faktörlerle yakından ilişkilidir (Eser & Küçük Aksu, 2021). Önemli bir diğer faktör ise göç unsurudur. Göçler, nüfusun doğal artış veya azalışından daha hızlı bir şekilde nüfusun sayısında değişikliğe yol açmakta ve nüfusun yaş yapısı da etkilemektedir (Yakar, 2012).

Göçler yaşanan popülasyonda etnik bir çeşitliliğe neden olmaktadır (Likupe, Baxter & Jogi, 2018). Etnik çeşitlilik azımsanmayacak kadar fazla olup yaşlanmakta olan nüfusun hızlı bir şekilde artış gösteren bölümünü temsil etmektedir (Porteny et al., 2020). Azınlık etnik yaşlıların oranı önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artmaya devam edecektir (Koehn & Badger, 2015). Bu bireylerin sağlık ve sosyal hizmetlere yönelik bir dizi taleplerinin oluşmasıyla birlikte sağlık bakım ihtiyaçlarıyla yakından ilgilenilmesi gerekmektedir (Likupe, Baxter & Jogi, 2018; Koehn & Badger, 2015). Ayrıca bu durum sağlık profesyonellerinin farklı etnik gruba sahip bireylere uygun sağlık hizmeti sağlamaları ve kültürel olarak daha yetkin hale gelmelerini de zorunlu hale getirmektedir (Ilgaz, 2020; Moffit, Evans & Judge, 2022). Farklı etnik gruba sahip yaşlı bireylerin bakımlarına yönelik var olan sorunları tanımlamak amacıyla ayrı bir kavrama sahip olma ihtiyacından dolayı etnogeriatrı kavramı geliştirilmiştir (Cummings-Vaughn & Cruz-Oliver, 2017).

### **ETNOGERİATRİ KAVRAMI VE ÖNEMİ**

Kültürlerarası bakım kavramı 1970'li yıllarda eğitim programlarının içerisine dahil edilmişken, 1990'lı yıllarda geriatri eğitim programlarına da entegre edilmiştir. Bu süreçte "Etnogeriatrı" adı verilen yeni bir kavram ortaya çıkmıştır (Ward, Hess & Wu, 2019). Etnogeriatrı, farklı kültürlerle sahip yaşlı bireylere hitap eden geriatri'nin bir alt dalı olup, yaşlanma, sağlık ve etnisite kavramlarının bir araya gelmesiyle ortaya çıkmıştır (Ellis Fletcher, 2015; Hardin, 2014). Bu tanıma ek olarak Amerikan Geriatri Derneği etnogeriatrı kavramını "etnik köken ve kültürün yaşlı yetişkinlerin sağlığı ve esenliği üzerindeki etkisi" şeklinde tanımlamıştır (American Geriatric Society; Akt. De Leon, [www.svu2000.org/](http://www.svu2000.org/)). Etnogeriatrı kavramı yaşlanma, sağlık ve etnik köken alanlarının kesişmesiyle kavramsallaştırılmıştır. Birden fazla disiplinin ve mesleğin bir araya gelmesiyle oluşan bir kavramdır (Cummings-Vaughn & Cruz-Oliver, 2017).

Toplumlarda farklı kültürlerle sahip azınlıkların sayısı giderek artmaktadır. Nüfus projeksiyon tahminlerinde (2050) yaşlı nüfusun neredeyse %40'ının etnik kökeninin farklı bir azınlığa ait olacağı yer almaktadır (Vincent & Velkoff, 2010). Yaşlı nüfusun ırksal ve etnik çeşitliliğinin fazla olması sebebi ile etnogeriatrı kavramı son derece önemli bir hale gelmektedir (Cummings-Vaughn & Cruz-Oliver, 2017).

### **ETNOGERİATRİ KAVRAMININ GELİŞİMİ**

Etnogeriatrı kavramı, eğitimciler ve klinisyenler tarafından farklı kültüre sahip olan yaşlı bireylerin hızlı bir şekilde artması sonucu gelişen sorunları tanımlamak için ayrı bir terime sahip olma ihtiyacından doğmuştur. Sağlık ve sağlık bakım hizmetleri üzerindeki kültürel etkiler, tıbbi antropoloji, kültürlerarası hemşirelik gibi disiplinler uzun zamandır kabul edilmiştir. Ancak 1980'li yılların sonuna kadar klinik geriatri ve geriatri eğitiminde uygulanmamıştır. Yine benzer şekilde, gerontoloji alanı da yaşlanmayla ilgili kurslarda ve ders kitaplarında kültürel çeşitlilik ve azınlık gruplarla ilgili bilgilere yer verilmiştir. Ancak bunun sağlık bakım disiplinlerine uygulanması daha sonra olmuştur (Cummings-Vaughn & Cruz-Oliver, 2017).

Duke Üniversitesi'nde Sosyoloji Profesörü olan Dr. Jacqueline J. Jackson 1970'lerin sonlarında gerontolojiyi etnik, ırksal ve azınlık boyutlarıyla araştırmış ve "etnogerontoloji" terimini ortaya atan ilk kişi olmuştur. Dr. Jackson etnogerontoloji terimini ortaya attıktan sonra 1987 yılında,

Stanford Üniversitesi Tıp Fakültesi'ndeki Stanford Geriatrik Eğitim Merkezi'nde görev yapan araştırmacılar tarafından uyarlanmış haliyle “etnogeriatrı” kavramı adını almıştır (Cummings-Vaughn & Cruz-Oliver, 2017).

## **GERİATRİK HASTAYA KÜLTÜREL BAKIM VE HEMŞİRELİK**

Farklı kültür ve kültürel alt grupların sayısı giderek artmaktadır. Toplumlarda farklı kültüre sahip azınlık bireylerin artması tüm sağlık profesyonellerinin kültürel bakım vermesini zorunlu kılmıştır (Meydanlıoğlu, 2019). Sağlık profesyonelleri arasında hastalar ile en fazla zaman geçiren grup hemşirelerdir (Chen ve Wang, 2015). Bu yüzden hemşirelerden etkili kültürlerarası iletişim, farklı kültürlere sahip bireylere kültürlerine uygun bakım verme ve kültürel olarak yetkin hemşirelik bakımı verme sorumlulukları vardır (Andrews & Boyle, 2016). Bundan dolayı hemşirelerin hastaların kültürlerini bilmesi ve anlaması etkin bir hemşirelik bakımı için son derece önemlidir (Başalan İz & Bayık Temel, 2009). Hemşirelerin hastaların kültürünü iyi bilmemesi ve anlamaması; iletişim bozuklukları, sağlık bakımında eşitsizlikler, ayrımcılık ve ırkçılık gibi problemleri ortaya çıkarmaktadır (Tanrıverdi, 2015). Problemleri önlemek ve verilen sağlık bakımının kalitesini arttırmak için hemşire hastanın kültürüne yönelik değer ve uygulamaları, kendi hemşirelik bakımına entegre etmelidir (Meydanlıoğlu, 2019). Ancak çok sayıda kültür ve alt kültür olduğundan hemşirelerin bütün kültürler hakkında bilgi sahibi olması imkansızdır. Hemşirelerin kültürel değerlendirme yapabilmesi, kültürlerarası iletişim becerilerini geliştirebilmesi ve kültürel olarak yetkin bakımın verilebilmesi için sistematik ve düzenli bir süreç izlemeleri gerekmektedir (Andrews & Boyle, 2016). Bu noktada ortak bir dil oluşturmak adına rehberlere ihtiyaç duyulmaktadır. Rehberler sayesinde kültürel özellikler hakkında daha kolay tanımlamalar yapılır. Bu sayede verilen hemşirelik bakımının kalitesi de artmış olur (Tanrıverdi ve ark., 2009).

### **Geriatrik hastaya kültürel bakımda hemşireler;**

Bakım vermeden önce ilk olarak yaşlı bireyi kapsamlı bir şekilde değerlendirmeli ve etnogeriatrı değerlendirme yapmalıdır (Hardin, 2014).

Yaşlı bireyi bütüncül bir bakış açısı (ruhsal, sosyal, biyolojik, kültürel ve manevi açılardan) ile değerlendirilmelidir (İlgaz, 2020). Yapılacak olan bu değerlendirme özellikle kültüre özgü etkin bir hemşirelik bakımının sunulması için hemşirenin bilgi toplama sürecine yardımcı olması açısından son derece önemlidir (Hardin, 2014).

Hemşirelik bakım planı oluştururken etnik köken, din/maneviyat, tercih edilen etkileşim kalıpları, iletişimin kolaylaştırılmasında kullanılacak yöntemler ve fiziksel muayenede yapılmaması gerekenler davranışlar hakkında yaşlı bireyden detaylı bir şekilde bilgiler toplamalıdır (Hardin, 2014).

İrksal ve kültürel farklılıkları azaltmaya yönelik stratejilere odaklanan bir çerçeve ve yapı içerisinde çalışmalıdır (Maurer & Smith, 2009).

Hastaların/bireylerin savunuculuğunu yapmalıdır.

Hastalara/bireylere kültürel sağlık bakım uygulamalarının sınırları ve yararları hakkında bilgiler vermelidir.

Kendini bu konuda geliştirmek amacıyla çalıştaylara, kurslara ve konferanslara katılmalıdır.

Farklı kültürel yapıya sahip hastalara bakım verirken hasta ile aynı kültüre sahip bir meslektaşısı var ise hastanın kültürüne ait bilgileri meslektaşısından öğrenebilmelidir.

Etnosentrik tutumlardan kaçınılmalı, kültürel farklılıkları anlamaya çalışmalıdır.

Kültürel duyarlılık kazanmalı ve hastalarla empati kurmalıdır.

Farklı kültürleri öğrenirken, bakım verirken saygılı ve sabırlı olmalıdır (Allender, Rector & Warner, 2010).

Kültüre duyarlı, etnik açıdan hassas ve yetkin sağlık bakım hizmetlerinin uygulanmasını kolaylaştıran politikaları savunmalıdır (Pérez & Luquis, 2013).

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel olarak yaşlı nüfusun artışının yanı sıra farklı etnik gruba sahip azınlık yaşlı bireylerin sayısında da büyük bir artış yaşanmaktadır. Bu da sağlık ve sosyal hizmetlere yönelik bir dizi taleplerinin oluşması ve sağlık bakım ihtiyaçlarıyla yakından ilgilenilmesi gerekeceği anlamına gelmektedir. O yüzden farklı etnik gruba sahip yaşlı bireylerin bakımlarına yönelik var olan sorunları tanımlamak amacıyla etnogeriatri kavramı geliştirilmiştir. Artan etnik çeşitlilikle giderek önemli hale gelen bu kavram sağlık profesyonellerine de önemli görevler yüklemektedir. Özellikle hastalarla en çok ilgilenen sağlık profesyonellerinin başında gelen hemşirelere kültürel olarak daha yetkin bir bakım sağlamaları için bazı rol ve sorumlulukların düşeceği aşikardır. Bu nedenle hemşirelerin kültürel olarak yetkin, duyarlı, saygılı ve sabırlı bir tavır sergilemeleri bakımın kalitesini artırmak için son derece önemlidir.

## KAYNAKLAR

Allender, J.A., Rector, C. & Warner, K.D. *Community health nursing promoting and protecting the public's health*. Wolters Kluwer Health. Lippincott Williams & Wilkins, Seventh Edition, 2010.

Andrews, M. M., & Boyle, J. S. (Eds.). *Transcultural concepts in nursing care*. Lippincott Williams & Wilkins. Seventh Edition, 2016.

Başalan İz, F. & Bayık Temel, A. (2009). Hemşirelikte kültürel yeterlik. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 17(17), 51-58.

Chen, J., & Wang, Y. (2015). Cultural competence experiences which Chinese nurses have in Finland. URL: <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87039/Cultural%20competence%20experiences%20which%20Chinese%20nurses%20have%20in%20Finland-Jia%20Chen%20and%20Yan%20Wang.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Erişim Tarihi: 03.04.2022).

Cummings-Vaughn, L., & Cruz-Oliver, D. M. (Ed.). (2017). *Ethnogeriatrics: Healthcare needs of diverse population*. Springer International Publishing, Switzerland. E-book. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-16558-5?noAccess=true>. (Erişim Tarihi: 03.04.2022).

De Leon, J. *Ethnogeriatrics and Cultural Competence*, <https://svu2000.org/conferences/tabor2010/July1-deLeon.pdf> (Erişim Tarihi: 12.06.2022).

- Ellis Fletcher, S. N. (2015). *Cultural Sensibility in Healthcare: A Personal & Professional Guidebook*. Sigma Theta Tau International. *ProQuest Ebook Central*, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/gazi-ebooks/detail.action?docID=3440210>. (Erişim Tarihi: 07.06.2022).
- Eser, B. & Küçük Aksu, S. (2021). Yaşlanan Nüfus, Sorunlar ve Politikalar: Türkiye İçin Bir Değerlendirme. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 12(2), 541-556.
- Hardin, S. R. (2014). Ethnogeriatrics in critical care. *Critical Care Nursing Clinics*, 26(1), 21-30.
- İlgaz, A. (2020). Yaşlı bakımında kültürel yeterlilik süreci modelinin kullanılması. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 7(3), 278-284.
- Koehn, S., & Badger, M. (Eds.). *Health care equity for ethnic minority older adults*. Vancouver, BC: Gerontology Research Centre, Simon Fraser University, 2015.
- Likupe, G., Baxter, C., & Jogi, M. (2018). Exploring health care workers' perceptions and experiences of communication with ethnic minority elders. *Quality in ageing and older adults*. Vol. 19 No. 3, pp. 180-190.
- Maurer, F.A & Smith, C.M. *Community/public health nursing practice: health for families and populations*. Saunders Elsevier. Fourth Edition, 2009.
- Meydanlıoğlu, A. (2019). Kültürogram kullanılarak bir ailenin kültüre duyarlı hemşirelik girişimlerinin planlanması: Olgu sunumu. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 6(2), 132-140.
- Moffit, D. M., Evans, K., & Judge, K. (2022). Beyond Cultural Competency: Considering Ethnocultural Empathy. *Athletic Training Education Journal*, 17(4), 277-282.
- Pérez, M.A. & Luquis, R.R. (2013). *Cultural Competence in Health Education and Health Promotion*, John Wiley & Sons, Incorporated. *ProQuest Ebook Central*, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/gazi-ebooks/detail.action?docID=918244>. (Erişim Tarihi: 20.06.2022).
- Porteny, T., Alegría, M., Del Cueto, P., Fuentes, L., Markle, S. L., NeMoyer, A., & Perez, G. K. (2020). Barriers and strategies for implementing community-based interventions with minority elders: positive minds-strong bodies. *Implementation Science Communications*, 1, 1-13.
- Tanrıverdi, G. (2015). Hemşirelerin kültürel yeterli bakım için uygulama standartlarına yaklaşımları. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 31(3), 37-52.
- Tanrıverdi, G., Seviğ, Ü., Bayat, M., & Birkök, M. C. (2009). Hemşirelik bakımında kültürel özellikleri tanılama rehberi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 6(1).
- TÜİK İstatistiklerle Yaşlılar, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2020-37227>. (Erişim Tarihi: 03.02.2023).



Vincent, G.K & J. M., Velkoff, V. A., (2010). *The next four decades: The older population in the United States: 2010 to 2050* (No. 1138). US Department of Commerce, Economics and Statistics Administration, US Census Bureau. <https://www.census.gov/content/dam/Census/library/publications/2010/demo/p25-1138.pdf>. (Erişim Tarihi: 22.06.2022).

Ward, K. T., Hess, M., & Wu, S. (2019). Geriatric assessment in multicultural immigrant populations. *Geriatrics*, 4(3), 40.

World population prospects 2022 Summary of Results, 2022. <https://reliefweb.int/report/world/world-population-prospects-2022-summary-results>. (Erişim Tarihi: 03.02.2023).

Yakar, M. (2012). İ ve dış glerin kırsalda nüfusun yaş yapısına etkisi: Emirdağ İlçesi rneği. *Turkish Journal of Geographical Sciences*, 10 (2), 129-149.

## Kedi ve Köpeklerde Neosporozis ve Sağaltım Seçenekleri

**Prof. Dr. ALİ BİLGİLİ<sup>1</sup>, Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji Ana Bilim Dalı,  
Ankara, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6819-7952>

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Erzurum, Türkiye,  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3873-0124>

### ÖZET

*Neospora caninum* dünyada yaygın şekilde görülen apikompleksa protozoon parazittir. Köpek türleri ara ve son konaktır. Son konaktan dışkıyla saçılan sporsuz ookistler gıda ve suyu kontamine eder. *N. caninum* vertikal ve horizontal olarak bulaşabilir. Vertikal bulaşma gebelik sırasında plasental yolla meydana gelir. Horizontal bulaşma ise doku kistlerini içeren ara konakların enfekte dokularının ya da sporlu ookistleri içeren suyun ağızdan alınmasıyla oluşur. Avrupa'da köpeklerde enfeksiyonun seroprevalansının yaklaşık %36.4 oranlarında olduğu bildirilmiştir. Bu bildiri kapsamında dünyada ve Türkiye'de birçok bölgede kedi ve köpeklerde önemli fakat bir o kadar da göz ardı edilen *N. caninum* hakkında mevcut duruma ait bilgiler verildi. Kedi ve köpeklerdeki neosporozisin sağaltımı ile ilgili seçeneklere değinildi. Yine bu enfeksiyona ait sorunlar, enfeksiyondan korunma ve kontrol için önemli olan koruyucu önlemler ve yapılması gerekenler ile çözüm önerileri hakkında geniş bilgiler verildi.

**Anahtar Kelimeler:** Neosporozis, kedi, köpek, sağaltım.

### NEOSPOROSIS IN CATS AND DOGS AND TREATMENT CHOICES

#### ABSTRACT

*Neospora caninum* is commonly occurring apicomplexan protozoan parasite in the world. Canines are intermediate and definitive host. Unsporulated oocysts spread from the definitive host contaminate food and water. *N. caninum* can be transmitted vertically and horizontally. Vertical transmission develops placentally during pregnancy. Horizontal transmission develops by ingesting water containing sporulated oocysts or intermediate hosts containing tissue cysts. In Europe, the seroprevalence of infection in dogs is reported to be about 36.4%. In this report context, current knowledge was given about *N. caninum* important but ignored in cats and dogs in many regions in Turkey and the world. Choices regarding the treatment of neosporosis were discussed in cats and dogs. Comprehensive knowledge was given about concerns of this infection, measures for prevention and control against infection, requirements to be done and solution proposals.

**Key words:** Neosporosis, cat, dog, treatment.

*Neospora caninum* evcil ve yaban hayvanları dahil sıcak kanlı hayvanlarda neosporozise neden olan zorunlu hücre içi protozoon parazittir (Dubey, 1999; Gondim ve ark., 2004; Dubey ve ark., 2007).

Kist biçimi başlıca kas ve merkezi sinir sisteminde gözlenir. Taşizoitler organik sıvılarda ve serbest halde ve konakçı hücrelerinin sitoplazmasında bir parazit vakuölü içinde bulunabilir (Nolan ve ark., 2015).

Son konakçıdan dışkıyla saçılan sporsuz ookistler gıda ve suları kontamine eder. Sığır ve diğer ruminantlar en yaygın şekilde etkilenen ara konakçılardır. Kısırlık, yavru atma ve yavrularda yüksek ölüm oranları ile karakterizedir (Curtis ve ark., 2020).

Avrupa'da köpeklerde enfeksiyonun seroprevalansının yaklaşık %36.4 oranlarında olduğu bildirilmiştir (Robbe ve ark., 2016).

Köpeklerde hastalığın klinik bulgusu yaygın şekilde görülmez ancak ilerleyen sinir-kas bozuklukları, sinir köklerinde yangı, kas yangısı, beyin ve zarlarında yangı gelişir (Barber ve Trees, 1996; Dubey ve Lindsay, 1990).

Kedilerde deneysel olarak etkenler verildikten sonra öldürücü enfeksiyon gelişebilmiştir. Enfeksiyon neonatal enfekte kedilerde çok şiddetlidir (Dubey ve Lappin, 2012).

*N. caninum* tanısı için seroloji, sitoloji, immünohistokimya ve polimeraz zincir reaksiyonu kullanılmaktadır (Barber ve Trees, 1996; Dubey ve ark., 1998; Schatzberg ve ark., 2003).

Neosporozisin sağaltımında pirimetamin, sülfadiazin ve klindamisin kullanılmaktadır (Qian ve ark., 2015).

*N. caninum*'un insanları enfekte etme potansiyeli bilinmemektedir. İnsanlarda *N. caninum* antikorları saptanmıştır ancak parazit izolasyonu ya da DNA'sı saptanmamıştır (Silva ve Machado, 2016).

## KAYNAKLAR

[1] Barber, J. S., & Trees, A. J. (1996). Clinical aspects of 27 cases of neosporosis in dogs. *Veterinary Record*, 139(18), 439-443.

[2] Curtis, B., Harris, A., Ullal, T., Schaffer, P. A., & Munoz Gutierrez, J. (2020). Disseminated *Neospora caninum* infection in a dog with severe colitis. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 32(6), 923-927.

[3] Dubey, J. P., & Lindsay, D. S. (1990). Neosporosis in dogs. *Veterinary Parasitology*, 36(1-2), 147-151.

[4] Dubey, J. P., Dorough, K. R., Jenkins, M. C., Liddell, S., Speer, C. A., Kwok, O. C. H., & Shen, S. K. (1998). Canine neosporosis: clinical signs, diagnosis, treatment and isolation of *Neospora caninum* in mice and cell culture. *International Journal for Parasitology*, 28(8), 1293-1304.

- [5] Dubey, J. P. (1999). Recent advances in *Neospora* and neosporosis. *Veterinary Parasitology*, 84(3-4), 349-367.
- [6] Dubey, J. P., Schares, G., & Ortega-Mora, L. (2007). Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clinical Microbiology Reviews*, 20(2), 323-367.
- [7] Dubey, J.P., Lappin, M.R. (2012). Chapter 79. Toxoplasmosis and Neosporosis. In: Greene, C.E. (ed.), *Infectious Disease of the Dog and Cat*. Fourth Edition, Elsevier-Saunders, p. 821-827.
- [8] Gondim, L. F., McAllister, M. M., Pitt, W. C., & Zemlicka, D. E. (2004). Coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of *Neospora caninum*. *International Journal for Parasitology*, 34(2), 159-161.
- [9] Nolan, S. J., Romano, J. D., Luechtefeld, T., & Coppens, I. (2015). *Neospora caninum* recruits host cell structures to its parasitophorous vacuole and salvages lipids from organelles. *Eukaryotic Cell*, 14(5), 454-473.
- [10] Qian, W., Wang, H., Shan, D., Li, B., Liu, J., & Liu, Q. (2015). Activity of several kinds of drugs against *Neospora caninum*. *Parasitology International*, 64(6), 597-602.
- [11] Robbe, D., Passarelli, A., Gloria, A., Di Cesare, A., Capelli, G., Iorio, R., & Traversa, D. (2016). *Neospora caninum* seropositivity and reproductive risk factors in dogs. *Experimental Parasitology*, 164, 31-35.
- [12] Schatzberg, S. J., Haley, N. J., Barr, S. C., deLahunta, A., Olby, N., Munana, K., & Sharp, N. J. (2003). Use of a multiplex polymerase chain reaction assay in the antemortem diagnosis of toxoplasmosis and neosporosis in the central nervous system of cats and dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 64(12), 1507-1513.
- [13] Silva, R. C., & Machado, G. P. (2016). Canine neosporosis: perspectives on pathogenesis and management. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 7, 59-70.

## BAZI CANLI ORGANİZMALARDA KÖRELMIŞ ORGANLAR VE FİZYOLOJİK EVRİMLERİ

Sıla YUNMAK<sup>1</sup>, Hikmet Yeter ÇOĞUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adana, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Ceyhan Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Adana,

Türkiye-0000-0001-6559-4397

### ÖZET

Evrım, doğa şartlarına bağlı olarak değişimleri barındıran bir süreçtir. Bu değişimler, canlıların doğada hayatta kalma ve üreme başarılarını birebir etkilerler. Yaşamı değiştiren bu etkiler, çevrenin etkisi altındadır.

Çevre şartlarının değişmesi, organların işlevsizleşmesine ya da eski işlevlerini yitirmelerine sebep olmaktadır. Sadece insanın vücudunda, 40'tan fazla körelmiş organ (20 yaş dışı, apandis, üçüncü göz kapağı gibi) tespit edilmiştir.

Çalışmamızda vücudumuzda bulunan çok sayıdaki körelmiş organların geçmişten günümüze olan evrimleşmesi bunların diğer canlılardaki etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla daha önce yapılan çalışmaların literatür araştırması yapılarak canlılardaki körelmiş organların ve durumlarını derleme şeklinde sunulmuştur.

Yapılan birçok çalışmada, canlılardaki körelmiş organ çevre koşullarının sadece birkaç yüz ya da birkaç bin yıl önce değişmesiyle işlevini ilk defa yitirmeye başlamış olabileceği saptanmıştır. Ayrıca başka bir araştırmada, bir organ birkaç milyon yıldır işlevsiz olabilir; bu organlar genellikle "körelmiş organ" olarak bildiklerimiz ve eski işlevlerini yitirmişler, küçülmüşler veya farklı işlevler kazanmış olduklarını saptamışlardır. Bunlar "yok olmuş organlar" değil, "körelmiş organlar" dır.

**Anahtar Kelimeler :** *Evrimsel avantaj, Körelmiş organ, Agenez*

## KÖRELMİŞ ORGAN

Körelmiş organ terimi bir organın, işlevi kalmadığı için ya da başka nedenlerle küçülmesi veya işlevsizleşmesi durumu olarak tanımlanmaktadır.

Tarihte canlılardaki körelmiş yapıların gözlemlenmesi ilk olarak Aristo tarafından MÖ 4. yüzyılda yazdığı Hayvanların Tarihi (Aristoteles, MÖ 350 dolayları) adlı kitabında tanımlanmıştır. Aristo, kör bir köstebek faresi olan *Spalax typhlus*'un gözlerindeki körelmeyi tanımlamıştır. Köstebek faresinin güçlükle görebilmesine rağmen, hala "gelişimi geri kalmış" göz yapılarına sahip olduğunu kaydetti (Smith ve Wright 2018).

Körelmiş organlar daha çok hayvanlar âlemin de yaygın olarak rastlanır. Ayrıca Bir körelmiş organ, tamamen işlevsiz olmak zorunda değildir. Kısmen körelme olabilir veya körelme sürecinde, asıl görevden başka görevleri üstlenecek biçimde değişim gösterebilir. Günümüzde yüzlerce türde, binlerce körelmiş organ tespit edilmiştir ve bunların sayısı zaman ilerledikçe artmaktadır. Bunlardan ilki Meksikalı tetra balığı olarak bilinen *Astyanax mexicanus* türüdür. Bu türün göz çukurları olmasına rağmen gözleri yoktur. Karanlık mağaralardaki sulara yaşayan bu türün, gözlere ihtiyacının olmamasından ötürü, zaman içerisinde giderek körelmiştir (Moran vd., 2015; Smith ve Wright 2018).

## KÖRELMİŞ ORGAN ÖRNEKLERİ

Yapılan araştırmalarda canlılarda fark edilen bazı körelmiş organların olduğu fark edilmiştir. Bunlar; 1) palmaris longus 2) 20 yaş dişleri 3) apandiks 4) üçüncü göz kapağı 5) kuyruk sokumu 6) jacobson organı 7) hurda DNA 8) ekstra kulak kasları 9) Darwin'in noktası 10) plantaris kasıdır (Nesse vd., 2006; Spinney 2008).

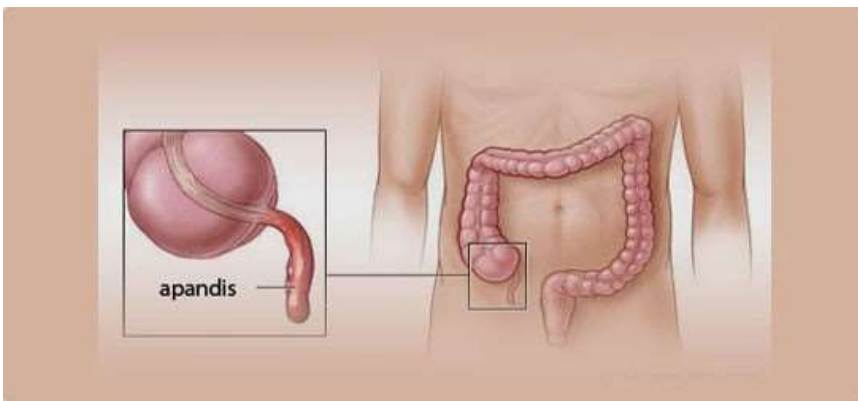
Genellikle körelen organlar işlevlerini yerine getiremese de, yeni işlevler kazanarak çalışmaya devam edebilir. Örneğin sürüngenlerde bulunan üçüncü göz yapısının epifiz bezi olarak çalışmasıdır (Labra vd., 2010). Ayrıca kuyruk sokumumuzda bulunan, eskiden kuyruğu desteklemek üzere görev yapan birkaç kemik, bazı kasların için yüzey alanını oluştururlar (Spinney 2008).



Resim1. İnsanda yirmilik diş (URL1)

Körelmiş yapıların bir başka klasik örneği, bazı yılanların pelvik anatomisinde gözlemlenmiştir. Bazı yılanların, menfezin her iki yanında bulunan körelmiş bacak kalıntıları olan pelvik mahmuzları vardır (Pough vd., 2003). Bunların olduğu ve iyi bilinen iki yılan örneği boalar ve pitonlardır. Pençe ve ayak benzeri bu yapılar yılanların çiftleşme davranışlarında bir amaca hizmet edebileceğine inanılmaktadır (Pough vd., 2003). Gould ve Lewontin (1979) bazı anatomik yapıların, aslında ilgisiz bir evrimsel olayın sonucu oldukları halde, belirli bir amaç için evrimleşmiş gibi görünebileceklerini öne sürmüşlerdir.

Sindirim fizyoloji ile ilgili körelmiş organlarla ilgili meyve yiyen maymun atalarında kalın bağırsağın boyutu küçüldü ve bu da herhangi bir sindirim işlevi göremeyecek kadar küçük bir apandisle sonuçlandı (Darwin 1859). Berry (1900) yaptığı çalışmada apandiksin, bağışıklık sistemi için bir tür destek dokusu olan bir lenfoid doku konsantrasyonunun içerdiğini gözlemledi. Bollinger ve arkadaşları (2007) apandikte yararlı bağırsak bakterilerinden oluşan bir biyofilm tanımladılar ve bu, apandisin kommensal bağırsak mikroflorasının korunmasında önemli bir işleve hizmet ettiği gözlemlenmiştir.



**Resim:** Apendistin Anatomik yerleşimi (URL2)

Körelmiş organların faydası ise; 1-Bir bireyin çevresindeki olgulara göre harcadığı enerjiyi düzenleyen ilkelerdir. Enerjilerini çevrelere göre en uygun şekilde kullanan bireyler, avantajlı konuma geçeceklerdir. Bu sebeple işlevini yitirmiş yapılar her nesilde elenir. Faydalı olanlar korunur. Böylece fazladan gereksiz bir organ için enerji tasarrufu sağlanmış olur. Örnek; yunus balıklarının ayakları, 20 yaş dişi

2-Körelmiş organların diğer yararı körelen organın başka bir görev yapabilecek potansiyelinin olması, örneğin apandis, uçamayan kuşların kanadı.

### **Kaynaklar**

Bollinger, R. R., Barbas, A. S., Bush, E. L., Lin, S. S., & Parker, W. (2007). Biofilms in the large bowel suggest an apparent function of the human vermiform appendix. *Journal of Theoretical Biology*, 249, 826–831.

Darwin, C. R. (1859). *On the origin of species by means of natural selection*. London: John Murray

Doyle, S. (2008). Vestigial arguments: remnants of evolution. *Journal of Creation*, 22(2), 40-42.

Gould, S. J., & Lewontin, R. (1979). The spandrels of San Marcos and the Panglossian Paradigm: A critique of the adaptationist programme. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 205, 581–598.

Labra, A., Voje, K. L., Seligmann, H., & Hansen, T. F. (2010). Evolution of the third eye: a phylogenetic comparative study of parietal-eye size as an ecophysiological adaptation in *Liolaemus* lizards. *Biological Journal of the Linnean Society*, 101(4), 870-883.

Moran, D., Softley, R., & Warrant, E. J. (2015). The energetic cost of vision and the evolution of eyeless Mexican cavefish. *Science advances*, 1(8), e1500363.

Nesse, R. M., Stearns, S. C., & Omenn, G. S. (2006). Medicine needs evolution. *Science*, 311(5764), 1071-1071.

Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitsky, A. H., & Wells, K. D. (2003). *Herpetology* (3rd ed.). New York: Prentice Hall





Scoville, Heather. "Vestigial Structures." ThoughtCo, Aug. 29, 2020, [thoughtco.com/about-vestigial-structures-1224771](https://www.thoughtco.com/about-vestigial-structures-1224771).

Smith, H. F., & Wright, W. (2018). Vestigial organ. Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior. London: Springer, Cham.

Spinney, L. (2008). Remnants of evolution. New Scientist, 198(2656), 42-45.

URL1: <https://dentasel.com/20lik-dis/> (Erişim 06.04.2023).

URL2: <https://drzekeriyailce.com/cocuklarda-apandisit> (Erişim 06.04.2023).

## SUCUL CANLILARDA MUKUS VE SOLUNUM

**Zeynep SENDUR<sup>1</sup>, Hikmet Yeter ÇOĞUN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adana, Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Ceyhan Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Adana,  
Türkiye-0000-0001-6559-4397

### ÖZET

Gezeganimizde beraber yaşadığımız omurgalı ve omurgasız gruplarda yer alan mukus biyolojik farklılık göstermektedir. Bu gruplar arasında mukus her ne kadar farklılıklar görülse de ortak özellikleri savunma, yüzmeyi kolaylaştırma, hastalıklardan korunma gibi birçok fonksiyonel özellikleri vardır.

Sucul canlılarda mukus solunum, iyonik ve ozmotik düzenleme, üreme, boşaltım, hastalık direnci, iletişim, beslenme, yuva oluşturma ve korunmada önerilen roller, mukusu çok işlevli haline getirmiştir. Bunların çoğuna mukusun dahil olması muhtemel olsa da, bir “ eylem veya katılımı “ bir “ fonksiyon” olarak yorumlamak, özellikle mukusun amacını tanımlayan temel bir adımdır.

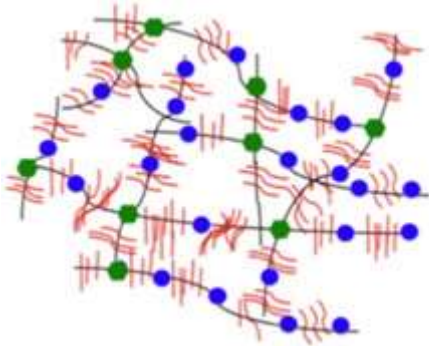
Yapılan birçok araştırmada canlılarda mukusun fonksiyonel bakımdan ortak olduğu görünse de aslında mukus geninin ortak bir ataya sahip olmadığı ortaya çıkmıştır. Bazı memeli ve bazı omurgasızlarda bu olağandışı bir durum olarak görünmektedir. Çünkü benzer işlevlere sahip genlerin çoğu, hayatta kalmaya fayda sağladığı için nesiller boyunca aktarılan ortak bir ata geninden gelmekte ve muhtemelen bağımsız olarak evrimleşmiştir ve nasıl evrimleştikleri halen araştırılmaktadır.

Yaptığımız bu derleme çalışmasında sucul canlılarda bulunan mukusun canlıya etkilerinin yanı sıra ortam şartlarına göre mukusun fizyolojik yapılarını incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla çalışmamızda sucul canlılarda ve diğer canlılarda mukusun etkilerini ve günümüze kadar mukusun geçirdiği değişiklikleri araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Solungaç, Solunum, Sucul canlılar, Mukus

## Mukus

Mukus, solunum, gastrointestinal ve vajinal yollar dahil olmak üzere farklı mukozal yüzeylerde ilaç iletimine karşı doğal bir engel görevi gören karmaşık bir hidrojeldir. Mukus, hayvanlar aleminde çok önemli bir aktif bileşendir. Mukus tabakasının ana yapısal bileşeni bir protein olan müindir (Dekker vd., 1989). Vücuttaki mukoza zarları tarafından yapılan jelatinimsi, sulu veya kaygan bir sıvıdır. Mukus, su, epitel (yüzey) hücreleri, ölü lökositler, müsin ve inorganik tuzlardan oluşur. Mukus, viskoelastik, kayganlaştırıcı ve nemlendirici özelliklerini elektrolitler, lipidler ve diğer küçük proteinlerle birlikte glikoprotein musine borçlu olan karmaşık bir sulu sıvıdır (Todd vd., 1967; Beklioğlu vd., 2006).



**Şekil 1.** Müsin yapısı (Lock vd., 2018)

Müsinler, gözenek boyutu yaklaşık 10-500 nm arası olan ağ benzeri bir yapı oluşturmak için fiziksel ve kimyasal olarak (yani moleküller arası etkileşimler yoluyla) birbirleriyle ve mukusun diğer bileşenleri ile etkileşime girebilir (Witten ve Ribbeck 2017). Mukus ağırlıklı olarak, genel ıslak kütlelerinin yaklaşık %95'ine eşit olan sudan oluşur, geri kalan %5'i müsin glikoproteinlerinden (~%3) ve diğer moleküllerden (~%2) oluşur (Celli vd., 2005).

Mukus, amfibialar, piscesler, memelilerde akciğerler, bağırsaklar, genital, görsel ve işitsel sistemlerde, cochlealar ve diğer bazı omurgasızlarda patojenlere karşı, savunma, kolay hareket etme gibi işlevleri vardır. Ayrıca bitkilerde de mukusa benze müsilaj sıvısı (su ve gıdanın depolanmasında, tohumların çimlenmesinde ve zarların kalınlaştırılmasında) bulunmaktadır (Lock vd., 2018).

## Mukus bariyerleri

Mukus bariyerleri seçici olarak geçirgendir. Müsin polimerlerinin çapraz yapıları, su, tuzlar, lipidler, nükleik asitler ve proteinler gibi diğer mukozal bileşenlerle birlikte mukusun

mikroorganizmaların, partiküllerin difüzyonunu düzenlemesini sağlayan, seçici olarak yapışkan, ağ benzeri bir filtre oluşturur. Küçük moleküller büyük parçacıklar, çapraz bağlı mukus ağı tarafından boyut bazında filtrelenirken, gözenek boyutundan daha küçük moleküllerin geçişi, müsin polimerleri üzerindeki yüklü ve hidrofobik kalıntılar tarafından dikkatli bir şekilde kontrol edilir (McShane vd., 2021).

İşlevsel bir yüzey mukus tabakasının sentezi ve salgılanması ilk olarak Cnidaria ve Ctenophora'da ortaya çıktı (Bythell ve Wild 2011; Lang vd., 2016). Mercanlarda, 1980'lerde öne sürülen bir hipoteze göre, mukus salgısının birincil işlevinin simbiyotik canlılar tarafından üretilen fazla fotosentetik karbon'u uzaklaştırmak olduğunu öne sürdü. Bu fazlalık, karbonun büyümeye tahsisini kısıtlayan düşük diyet nitrojeninden kaynaklanır (Davies 1984; Rix vd., 2016). Bu teori, karbon açısından zengin bir bileşik olan mukus salgısının bu ihtiyacı karşıladığını ileri sürmektedir.

Sürekli mukus üretimi ve salınımı, yüksek ilişkili enerji maliyetlerine rağmen, birçok suda yaşayan organizmanın açıkça önemli ve karakteristik özelliğidir. Örneğin, resif yapan mercan *Acropora acuminata*'nın günlük net karbon fiksasyonunun %40'a kadarını yalnızca bu göreve ayırdığı düşünülmektedir (Wild vd., 2004).

Müsin genleri işlevlerine göre gruplandırıldıklarında genetikçiler arasında büyük ilgi uyandırmıştır. Müsin genlerinin nasıl evrimleştiğini araştırmak için araştırmacılar, müsin fonksiyonunun güvenilir bir göstergesi olan PTS tekrarlarına sahip genleri seçmek için farklı türlerin genomları araştırılmıştır. Başlangıçta insan, fare, inek ve yaban gelinciği genomlarını kullanarak, çoğu müsinin aslında bu memeliler arasında paylaşıldığını gözlemlediler. Bununla birlikte, her türe özgü en az bir müsin geni bulunmuştur. Çoğu gen, salgılayıcı kalsiyum bağlayıcı fosfoprotein (SCPP) lokusunda bulunur ve araştırmacılar birçok memeli türünün SCPP lokuslarını araştırmıştır, müsin genlerini tanımladı ve bunlardan hangisinin birbiriyle ilişkili olabileceğini ve benzer DNA dizilerine sahip olabileceğini araştırmışlardır. Bu araştırmadan araştırmacılar, benzersiz müsin genlerinin evriminin 15 örneğini tespit etmişlerdir. Bu, paralel veya yakınsak evrim olarak bilinir, burada yeni müsin genleri farklı soylarda ayrı ayrı evrimleşir ve hepsi benzer bir işlev görür.

Mukus yeri	Gen İsmi
İnsanlarda ve memeli tükürük salgısı	MUC7
Kemirgenler	Muc10
İnsan Gözyaşı	PROL1 (Muc10 benzeri)

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi tükürük müsin MUC7, insanlarda ve diğer memelilerin çoğunda bulunur, fareler ve sıçanlar hariç. Kemirgenlerde, Muc10 adı verilen benzer büyüklükte fakat genetik olarak farklı bir geni ifade eder. Yapılan araştırmada Muc10'un gözyaşlarında bulunan insan geni PROL1 ile çarpıcı bir genetik benzerlik taşıdığını bulunmuştur. Araştırmacılar, kemirgenlerde atalardan kalma bir Prol1 geninin "müsinizasyon"a uğradığı, PTS tekrarları kazandığı ve Muc10'u bahşettiği bu "soya özgül olaylardan" birinin meydana geldiğini öne sürmüşlerdir (Saitou vd., 2020; Pajic vd., 2022).

### **Mukus Evrimin Canlılara Faydalar**

Mukus hastalanmamızı önleyecek bir mekanizma gibi havadaki zararlı bakterileri etkisizleştirmek için tasarlanmış antikor ve enzimler içerir. Vücudumuzdaki sindirim ve solunum yollarının birçok geçişini nemlendiren, kayganlaştıran, koruyan bir sıvıdır. Midedeki astarın asit tarafından aşınmasını engeller.

Sucul canlılardaki mukus salgısı, proteazlar, AMP'ler, lizozim, CRP içeren bileşenleri sayesinde balığın iç ve dış ortamı arasında etkili bir ayırım, patojenlerine karşı birincil savunma sağlamaktır.

Genel anlamda baktığımız zaman mukus canlılar için koruma, savunma hareketi kolaylaştırmada görevlidir.

### **Kaynaklar**

Beklioglu, M., Telli, M., & Gozen, A. G. (2006). Fish and mucus-dwelling bacteria interact to produce a kairomone that induces diel vertical migration in Daphnia. *Freshwater Biology*, 51(12), 2200-2206.

Bythell, J. C. & Wild, C. (2011). Biology and ecology of coral mucus release. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 408, 88–93

- Davies, P. S. (1984). The role of zooxanthellae in the nutritional energy requirements of *Pocillopora eydouxi*\*. *Coral Reefs* 1, 181–186
- Dekker, J., Van Beurden-Lamers, W. M. O., Oprins, A., & Strous, G. J. (1989). Isolation and structural analysis of rat gastric mucus glycoprotein suggests a homogeneous protein backbone. *Biochemical Journal*, 260(3), 717-723.
- Saitou, M., Gaylord, E. A., Xu, E., May, A. J., Neznanova, L., Nathan, S., ... & Gokcumen, O. (2020). Functional specialization of human salivary glands and origins of proteins intrinsic to human saliva. *Cell reports*, 33(7), 108402.
- Lang, T., Klasson, S., Larsson, E., Johansson, M. E., Hansson, G. C., & Samuelsson, T. (2016). Searching the evolutionary origin of epithelial mucus protein components—mucins and FCGBP. *Molecular biology and evolution*, 33(8), 1921-1936.
- Lock, J. Y., Carlson, T. L., & Carrier, R. L. (2018). Mucus models to evaluate the diffusion of drugs and particles. *Advanced drug delivery reviews*, 124, 34-49.
- McShane, A., Bath, J., Jaramillo, A. M., Ridley, C., Walsh, A. A., Evans, C. M., ... & Ribbeck, K. (2021). Mucus. *Current Biology*, 31(15), R938-R945.
- Pajic, P., Shen, S., Qu, J., May, A. J., Knox, S., Ruhl, S., & Gokcumen, O. (2022). A mechanism of gene evolution generating mucin function. *Science advances*, 8(34), eabm8757.
- Rix, L., de Goeij, J. M., Mueller, C. E., Struck, U., Middelburg, J. J., van Duyl, F. C., ... & van Oevelen, D. (2016). Coral mucus fuels the sponge loop in warm-and cold-water coral reef ecosystems. *Scientific reports*, 6(1), 18715.
- Todd, J.H.; Atema, J.; Bardach, J.E. Chemical communication in social behavior of a fish, the yellow bullhead (*Ictalurus natalis*). *Science* 1967, 158, 672–673.
- Wild, C., Huettel, M., Klueter, A., Kremb, S. G., Rasheed, M. Y., & Jørgensen, B. B. (2004). Coral mucus functions as an energy carrier and particle trap in the reef ecosystem. *Nature*, 428(6978), 66-70.
- Witten, J., & Ribbeck, K. (2017). The particle in the spider's web: transport through biological hydrogels. *Nanoscale*, 9(24), 8080-8095.

## BAZI DOĞAL AFETLERİN TARIM SEKTÖRÜNE OLAN OLASI ETKİLERİ

**Doç. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Adıyaman Üniv., Ziraat Fakültesi, ORCID: 0000-0003-2835-4735

### ÖZET

Tarım, insan besini olabilecek ve ekonomik değeri olan her türlü bitkisel-hayvansal ürünün bakım, besleme, yetiştirme, koruma ve mekanizasyon faaliyetlerinin tamamı ile durgun sularda veya özel alanlarda yapılan balıkçılığı kapsayan faaliyetlerin tümü olarak tarif edilebilir. Tarım sektörü, sahip olduğu özellikleri ve içeriği ile karmaşık bir yapıya sahiptir. Tarımın hava koşullarına ve toprağa bağlılığı onun süreklilik arz etmemesine, istikrarlı bir yapıda seyretmemesine neden olmuştur.

Tarımı etkileyen doğal afetler; jeofiziksel (deprem, kütle hareketleri, volkanik faaliyetler), meteorolojik (aşırı sıcaklar, fırtınalar, sis), hidrolojik (sel, heyelan, dalga), klimatolojik (kuraklık, buzul gölü patlaması, yangınlar), biyolojik (epidemi, böcek istilası, hayvan kazaları) ve dünya dışı (etki, uzay havası) olaylar olarak alt grupta yer almaktadır. Bu doğal felaketlerin içerisinde yer alan en önemli doğal felaketler deprem, kuraklık, fırtına, heyelan ve salgın hastalıklar olduğu görülmektedir. Ülkemizde sık sık görülen doğal felaketlerin ülkemiz tarımına olan etkileri ele alınmıştır. Son on yılda meydana gelen doğal afetlerin büyük bir kısmını seller oluşturmaktadır. Ardından fırtınalar, depremler, aşırı sıcaklıklar ve kuraklıklar gelmektedir. İnsanları en çok etkileyen afet türü ise kuraklıklar ve ikinci sırada seller gelmektedir. Bu çalışmada oluşan bu doğal felaketlerin tarıma ve tarım üretimine olan etkileri incelenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tarım, Doğal felaket, Heyelan, Kuraklık

## **POSSIBLE EFFECTS OF SOME NATURAL DISASTERS ON THE AGRICULTURE SECTOR**

Agriculture can be defined as all of the maintenance, feeding, breeding, protection and mechanization activities of all kinds of plant-animal products that can be human food and have economic value, as well as all the activities that include fishing in stagnant waters or special areas. The agricultural sector has a complex structure with its features and content. The dependence of agriculture on weather conditions and soil has caused it not to be continuous and not to have a stable structure.

Natural disasters affecting agriculture; geophysical (earthquake, mass movements, volcanic activities), meteorological (extreme heat, storms, fog), hydrological (flood, landslide, wave), climatological (drought, glacial lake explosion, fires), biological (epidemic, insect invasion, animal accidents) ) and extraterrestrial (impact, space weather) events. It is seen that the most important natural disasters among these natural disasters are earthquake, drought, storm, landslide and epidemic diseases. The effects of natural disasters, which are frequently seen in our country, on our country's agriculture are discussed. Floods constitute a large part of the natural disasters that have occurred in the last ten years. Then come storms, earthquakes, extreme temperatures and droughts. Droughts and floods are the second most common type of disaster affecting people. In this study, it has been tried to examine the effects of these natural disasters on agriculture and agricultural production.

**Keywords:** Agriculture, Natural disaster, Landslide, Drought

### **GİRİŞ**

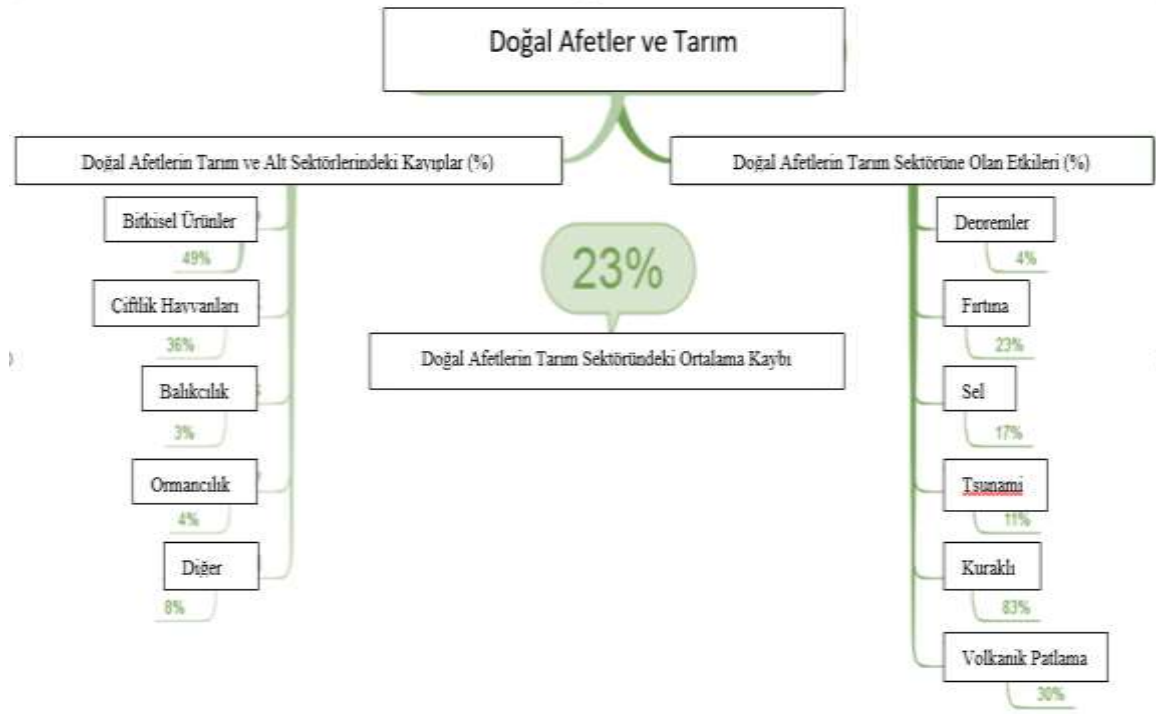
Doğal afetlerden kaynaklanan hasar, son yirmi yılda küresel olarak artmakta olup bu afetlere bağlı ölümler düşük gelirli ülkelerde arttığı gözlenmiştir (Kahn, 2005, Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankası, 2015).

Doğal afetler ile depremler, toprak kaymaları, seller, yangınlar, kuraklıklar ve fırtına gibi yıkıcı etkiye sahip doğal olaylar akla gelip, bu doğal afetler birçok sektörü olumsuz etkilediği gibi tarımı ve tarım sektörünü de olumsuz etkilemektedir. Afetler birincil olarak insan ve hayvan yaşamına, ekili tarım ürünlerine, bitkisel tohum fide ve fidanlarına, tarım alet ve makinalarına, tarımsal tedarik sistemlerine (sulama kanalları, barajlar ve kırsal yollar gibi tarımsal altyapılara) önemli oranda hasar vermesiyle sonuçlanabilir (Fang ve ark., 2019)



2003 ile 2013 yılları arasında, doğal afetlerle dünya çapında 1,5 trilyon ABD doları tutarında ekonomik hasara neden olduğu bildirilmiştir. Yalnızca gelişmekte olan ülkelerde, bu felaketler tahmini olarak yaklaşık 550 milyar ABD dolarına mal olduğu ve 2 milyar insanı etkilediği belirlenmiştir. (Berlemann ve Wenzel 2015). Bu tür felaketler genellikle ulusal ekonomik büyüme ve kalkınma hedeflerinin yanı sıra tarım sektörünün büyümesi ve sürdürülebilir sektör gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Ancak, afetlerin tarım sektörü üzerindeki ekonomik etkisi konusunda net bir anlayış bulunmadığı bildirilmiştir (Klomp ve Hoogezand, 2018).

Doğal afetler, tarımsal üretim üzerinde önemli olumsuz etkiler göstermektedir (Qianwen ve Junbiao, 2007). Tarım, iklim değişikliği ve doğal afetlerden en çok etkilenen sektördür (Şekil 1). Ekin verimindeki azalma, sulama suyunun bulunmaması ve potansiyel buharlaşma-terleme nedeniyle tarımsal üretimi tahrip eder (Trinh ve ark., 2021).



Şekil 1.1. Doğal afetlerin tarım ve tarım sektörlerine etkisi

Tarım sektörü, dünyadaki toplam hasarın yaklaşık %16'sı, toplam afet kayıplarının %31'i ve toplam hasar ve kayıpların yaklaşık %23'ü ile karşı karşıya kalmıştır (FAO, 2018). Doğal afetlerin tarımsal üretime verilen zarar, özellikle küçük çiftçilerin çoğunluğunun geçim kaynakları ve geçimlerinin tarıma bağlı olduğu ülkelerde, gıda güvenliği için ciddi tehditler oluşturmaktadır (FAO, 2018). Son zamanlarda iklim değişiklikleri ve modern toplumların hassasiyeti nedeniyle doğal afetlerden kaynaklanan kayıpların artacağı tahmin edilmektedir

(Panwar ve Sen, 2019). Gelişmekte olan ülkeler, daha az çeşitlilik ve tarıma bağımlılık nedeniyle doğal afetlere karşı daha duyarlı olup doğal afetlerden daha fazla etkilenirler (Noy, 2009).

Tarım sektöründeki kalkınma yatırımlarını korumak ve sektörün afetlere karşı dayanıklılığını güçlendirmek için, sektörün afetlerden nasıl etkilendiğinin net bir şekilde anlaşılması gerekmektedir. Bununla birlikte, hasar veya kayıplarla ilgili küresel olarak mevcut istatistikler, bireysel sektörler üzerindeki etkiyi ayırıştırır. Bunun nedeni büyük ölçüde verilerin ulusal veya yerel düzeylerde sektörler için sistematik bir şekilde toplanmaması ve raporlanmamasıdır (Klomp ve Hoogezand, 2018).

Doğal afetlerin etkileri afet türüne bağlıdır. Örneğin, fırtınalar tarımsal üretimi etkilerken, depremler endüstriyel üretim kapasitelerini yok edebilir (Auffret, 2003). Doğal afetlerin tarım üzerindeki rolünü araştırmak için ticaret üzerindeki etkisi gibi dolaylı zararlarını da araştırmak önemlidir. Karşılaştırmalı üstünlük teorisi, çoğu ülkenin Belirli türde tarım ürünlerinde uzmanlaşmak (aynı zamanda yerel iklim nedeniyle) ve bu nedenle tarım ürünleri ticareti, çeşitlendirilmiş bir beslenme için önemlidir. Küresel GSYİH'nın yüzdesi olarak değer düşmesine rağmen, tarımsal ticaret akışları son on yılda hızla arttı (Aksoy ve Ng, 2010)

## TARIMI VE TARIM SEKTÖRÜNÜ ETKİLEYEN AFETLER

### Depremler:

Depremler, tarımsal üretimde gecikmeler ve aksamalar neden olabileceği gibi, verimli tarım alanların zarar görmesi ve bunlara ulaşımında zorluklar yaşanabilir. Ayrıca, depreme bağlı olarak tarım alanlarında meydana gelen toprak kaymaları ve çatlaklar, çiftçilerin bu alanlarda ürün yetiştirmelerini zorlaştırabilmekte ve hatta faaliyetlerini tamamen durdurabilmektedir. Ayrıca tarım alanlarındaki bu tür gelişmeler sulama kanalları ve boruları başta olmak üzere sulama sistemlerinin zarar görmesine neden olabilmektedir (Görsel 1) (Zhong, 2001).



Şekil 2.1 Depremlerin tarla tarıma ve hayvancılığa olan etkisi

Ayrıca, depremlerin bitkisel ürünlerin ve besi hayvanlarının üretimini kesintiye uğratma eğiliminde olduğunu, gecikmelere veya mahsul kıtlığına ve ayrıca hasat edilen veya depolanan mahsullerin ve hayvanların kaybına yol açtığını hatırlamak önemlidir. Ayrıca, parsellerin değiştirilmesi, mahsullerin hasat edilmesini daha zor veya tamamen imkânsız hale getirebilir. Enkaz altında kalan hayvan yemi ile çiftçiler de yem sıkıntısı yaşayabilir. Son olarak, sürekli bir enerji kaynağına dayanan üretim ve canlı hayvan üretim yöntemleri, uzayan elektrik kesintilerinden ve yakıta erişim eksikliğinden önemli ölçüde ve olumsuz etkilenebilir (Zuo, 2022).



#### Şekil 2.2. Depremlerin çiftlik hayvanlarına olan etkisi

Depremlerin tarım üzerindeki olumsuz etkisi ise, ürün ve hayvansal ürün arzındaki azalmalar veya kesintiler nedeniyle fiyatların artmasına neden olabilir. Aynı şekilde nakliye, depolama, işleme, toptan veya perakende ticaret dâhil olmak üzere gıda tedarik zincirinin herhangi bir seviyesindeki gecikmeler, tarım ürünlerinin kaybına ve gıda fiyatlarının ani yükselmesine neden olabilir. Bu tür gelişmeler gıda enflasyonunu ve dolayısıyla genel enflasyonu tetikleyebilir (Zhong, 2001).

Depremin vurduğu illerde tarla bitkilerinin (tahıllar ve diğer ürünler gibi) yetiştirildiği tüm parsellerin toplam büyüklüğü yaklaşık 2,6 milyon hektardır ve bu, ülke toplamının yaklaşık yüzde 15,5'ine tekabül etmektedir. Ayrıca bu illerde 110 bin hektar sebze üretim alanı bulunuyor ki bu Türkiye'nin toplam sebze alanlarının yüzde 15,2'si. Deprem bölgesi aynı zamanda 11 ilde baharat ve içecek bitkilerinin yetiştirildiği 930 milyon hektar araziye sahiptir - ülkenin toplam ilgili arazisinin yüzde 25'i. Tarla bitkileri üretiminde Şanlıurfa, Diyarbakır ve Adana başı çekerken, Adana ve Hatay'da önemli miktarda sebze üretimi yapılmaktadır. Aynı şekilde, Gaziantep önemli bir meyve üreticisi olmaya devam etmektedir (Anonim 2023). Aynı zamanda, afet bölgesi Türkiye'nin tarım ve ormancılık ihracatının yaklaşık yüzde 20'sini oluşturuyor ve Gaziantep tek başına bölgenin tarımsal ihracatının yarısından fazlasını

oluşturuyor. Depremi yaşadığı iller Türkiye'nin gayri safi yurtiçi hasılasının yaklaşık yüzde 9'unu oluştururken, tarım sektörünün gayrisafi hasılasındaki payı yüzde 14,3'e ulaşıyor. Bu rakamlar, afet bölgesinin tarımsal gelire bağımlılığının ülke ortalamasını aştığını gösteriyor (Anonim 2023) .

### **Fırtınalar:**

Fırtınalar, bitki üzerindeki etkisi, fırtınanın şiddetine ve bitki türüne bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir. Fırtınaların tarım alanlarına vermiş olduğu zarar hafif veya ağır olarak sınıflandırılabilir gibi bu zarar kısa veya uzun süreli zararlar olmak üzere çeşitli şekilde değişebilir. Genel olarak, mevsimlik veya tek yıllık bitkilere verilen zarar sınırlı olma eğilimindeyken, asıl zararlar meyve ağaçları verilen zarar daha kalıcı olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 2.3. Fırtınaların seralara ve zeytinciliğe vermiş olduğu zarar**

Fırtınalara eşlik eden yağmurların neden olduğu uzun süreli sel, normalde hava içeren toprak gözenek boşluklarının suyla dolmasına neden olur ve toprak mikroorganizmalarına ve bitki köklerine oksijen sağlanmasını azaltarak değişen derecelerde anoksi veya hipoksiye neden olur. Bitki kökleri solunum, sağlıklı metabolizma ve büyüme için oksijene ihtiyaç duyar (Schaffer, ve Crane 2007).



**Şekil 2.4. Fırtınanın buğday ve mısıra vermiş olduğu zarar**

Bir seraya etki eden rüzgâr kuvvetleri, temel rüzgâr hızı, bina yönü, maruz kalma, açık olabilecek kapı veya havalandırmaların yüksekliği ve şekli dâhil olmak üzere çok sayıda faktörden etkilenir. Bir seranın üzerinden geçen rüzgâr, rüzgârın geldiği tarafta pozitif bir basınç ve rüzgâr altı tarafta negatif bir basınç oluşturur. Bunlar, binayı yıkmak veya devirmek isteyen bir güç oluşturmak için birleşebilir. 80 mil / saat rüzgâr, fit kare başına 16 pound (psf) basınç üretebilir. Rüzgâr ayrıca, serayı yerden kaldırmak isteyen 22.000 pound'luk bir kaldırma kuvveti yaratabilir.

Fırtınalar, fide ve bitkilerin tahribi nedeniyle tarımsal üretimi olumsuz etkiledi. Fırtınalar, fiziksel sermayenin yok edilmesiyle bağlantılıdır. Bununla birlikte, orta şiddette fırtınalar endüstriyel büyüme üzerinde olumlu bir etki göstermektedir (Loayza ve diğ., 2012).

### **Sel:**

Seller, çiftlik hayvanları ve ürün kaybı, su kirliliği, çiftlik hayvanlarının hastalığa karşı artan duyarlılığı ve erozyon dâhil olmak üzere can ve mal kaybının yanında altyapıda ciddi hasara neden olabilir.



**Şekil 2.5. Sel zararı**

Yağışa bağlı sel ve buna eşlik eden su basması, dünyanın birçok bölgesinde sıklıkla meydana gelen ve çoğu zaman mahsul üretimine önemli ölçüde zarar veren tarımsal afetlerdir (Schmidhuber ve Tubiello, 2007). Doğrudan akma etkisinin yanı sıra, su altında kalma, ekinlerde azalan ışık mevcudiyeti (Vervuren ve ark., 2003), oksijen tükenmesi ve toprağın değişen kimyasal özellikleri dahil olmak üzere karmaşık abiyotik stres yaratır. Tüm bu fiziksel ve kimyasal değişikliklerin kombinasyonu, mahsulün duruşunu ve mahsulün büyümesini ve verimini önemli ölçüde azaltabilir. Mevcut iklim koşullarında, aşırı yağış olaylarından dolayı mahsul verimindeki azalma, tahıl arzını olumsuz yönde etkileyerek ve gıda güvenliğini yaratarak önemli olmuştur (Youssef ve ark., 2016) . İklim ısınması nedeniyle hidrolojik

döngünün yoğunlaşmasının, aşırı taşkınların zamanlamasını, büyüklüğünü ve sıklığını değiştireceği öngörülmektedir (Sun ve ark., 2007). Sel nedeniyle oluşan ekin hasarı, gelecekteki iklim koşullarında muhtemelen daha büyük olacaktır; sonuç olarak, tarımsal taşkın yönetiminin daha fazla zorlukla karşılaşması beklenmektedir (Urban ve ark., 2015).

### **Tsunami:**

Tsunami deprem, volkanik patlama, su altı toprak kayması veya göktaş nedeniyle bir okyanusta veya büyük bir gölde büyük miktarda suyun yer değiştirmesi sonucu üretilen dev dalgalardır. 1998-2017 arasında tsunamiler sonucu, milyonlarca insanın ölüme neden oldu (Panwar ve Sen, 2019).

Tsunami sonucu verimli tarım arazileri tuzlu suyla sular altında kalarak toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozdu. Ekili tarım arazilerini yok ederek milyonlarca dekar ürünün yok olmasına neden olmuştur. Tarım topraklarının üst toprak tabakası, deniz çökeltileri ve molozlar, tarafından tahrip edilerek hasarlanmalara neden olduğu belirlenmiştir. Sulama ve drenaj kanalları, tarla bentleri, arazi tesviyeleri ve drenaj kanalları önemli ölçüde tahrip olduğu görülmüştür (Moore 2007).



**Şekil 2.6. Tsunami zararı**

Tsunamiler en fazla depremler sonucu oluşur. Deprem sonrası oluşan tsunaminin yüksekliği ve gücünün bir sonucu olarak, hasarın türü ve niteliği oldukça değişkendir (Trinh ve ark., 2021).

### **Kuraklık:**

Kuraklık, sulama suyu kıtlığı nedeniyle tarımsal ürünlerin yeterince su alamaması şeklinde kısaca ifade edilebilir. Kuraklık, tarıma dayalı endüstrilere tarımsal girdi arzını azaltılmasına neden olmaktadır. Kuraklık, dünyanın herhangi bir yerinde meydana gelebilir ve doğal iklim döngüsünde uzun süreli bir afet dönemidir. Yağış eksikliği ile karakterize edilen ve su kıtlığına

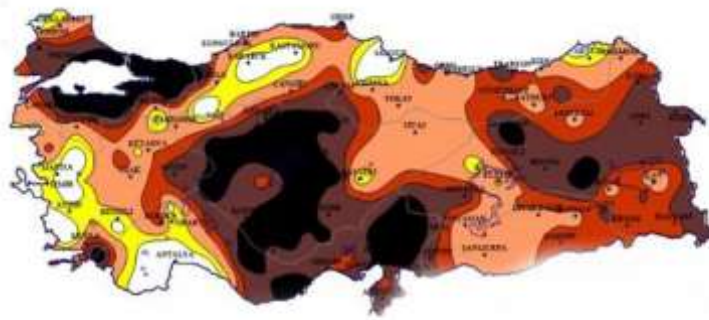
neden olan kuraklık, yavaş başlayan bir afettir. Kuraklığın sağlık, tarım, ekonomi, enerji ve çevre üzerinde ciddi etkileri olabilir (Zhang ve ark., 2016).



**Şekil 2.7. Kuraklık**

Her yıl küresel olarak tahminen 55 milyon insan kuraklıktan etkilenir ve bunlar dünyanın hemen hemen her yerinde çiftlik hayvanları ve tarımsal ürünler için en ciddi tehlikeyi oluşturduğu belirlenmiştir. Kuraklık insanların geçim kaynaklarını tehdit etmekle birlikte, hastalık ve ölüm riskini artırır ve toplu göçü tetiklediği de belirlenmiştir. Günümüzde kuraklık dünya nüfusunun %40'ını etkilemekte ve 700 milyon kadar insanın 2030 yılına kadar kuraklık nedeniyle göç etme riskiyle karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir (Little,2006).

İklim değişikliğinin neden olduğu artan sıcaklıklar, zaten kuru olan bölgeleri daha da kuru olmasına, nemli bölgeleri ise daha nemli hale getireceği ön görülmüştür. Kurak bölgelerde bu, sıcaklık yükseldiğinde suyun daha hızlı buharlaşması ve dolayısıyla kuraklık riskini artırması veya kuraklık sürelerini uzatması anlamına gelmektedir. Son 10 yılda doğal afetlerden kaynaklanan tüm belgelenmiş afetlerin %80-90'ı sel, kuraklık, tropik siklonlar, sıcak hava dalgaları ve şiddetli fırtınalardan kaynaklanmıştır. Kuraklığın tarım alanlarındaki kısa ve uzun vadedeki etkileri şu şekilde verilebilir (Berlemann ve Wenzel, 2015).



**Şekil 2.8. Türkiye'nin olası kuraklık haritası**

### Kısa vadeli etkileri

Toprak nemi azaldıkça, ürünler kurur ve zararlılara karşı daha hassas duruma hale gelir.

Kısa süreli kuraklık bile, özellikle ekimden sonra veya çiçeklenme sırasında olduğu gibi ürün gelişiminin önemli aşamalarında meydana geldiğinde, ürünlerde önemli hasara neden olabilir.

Kuraklık, ekinlerin büyümesini engelleyerek, ürünün boyutunda ve kalitesinde düşüşe neden olabilir.

Çiftçiler daha düşük verim ve daha yüksek masraflarla maruz kalırken, tüketiciler gıda fiyatlarının daha yüksek olmasını tetikler.

Ürünleri yıkamak için sınırlı su mevcudiyeti, tüketiciler için sanitasyon ve sağlık sorunlarına yol açabilir.

### Uzun Vadeli Etkileri

Artan kuraklık, temel mahsulleri ve dolayısıyla yerel gıdanın mevcudiyetini etkileyecektir.

İthal gıdalar genellikle insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek koruyucular, pestisitler ve daha düşük besin değeri içerir

Bölgedeki tarım ürünlerinin üretimi, daha az uygun iklim koşulları ve zararlı böceklerin artması nedeniyle üretimin azalması

Sulama için yeraltı suyunun aşırı kullanımı, nedeniyle bu alanlara daha fazla tuzlu su girmesine neden olabilir (Wood ve ark., 2015).

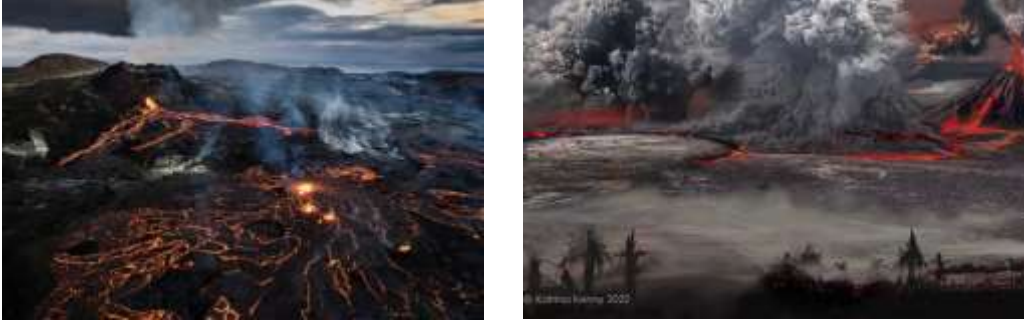
### **Volkanik Patlamalar:**

Volkan çok basit bir ifadeyle Dünya'nın kabuğunda püskürmelerin meydana geldiği bir havalandırma deliği olarak tarif edilebilir. Dünya çapında yaklaşık 1500 potansiyel olarak aktif volkan bulunmaktadır. Volkanlar patladığında, can ve mal kayıplarına neden olabilecek sıcak, tehlikeli gazlar, kül, lav ve kaya püskürtebilirler. Volkanik faaliyetlerin sonucu oluşan orman yangınları 1998-2017 yılları arasında 6,2 milyon insanın etkilendiği bildirilmiştir (Qianwen ve Junbiao, 2007)..

Volkanik patlamalar, beraberinde yağmur, kar veya eriyen buz varsa, sel, toprak kayması ve çamur kayması gibi ikincil olaylara da neden olabilir. Sıcak küller de orman yangınlarını başlatabilir. Volkanik patlamaların tarım sektörüne dolaylı ve direk etkileri bulunmaktadır. Volkanik patlamaların tarıma olan etkisi dolaylı etkileri uzun vadede daha önemli olduğu belirlenmiştir, Örneğin; küresel soğumaya neden olan kükürt dioksit ve küresel ısınmayı teşvik eden karbondioksit gibi volkanik gazlar yayarak iklim değişikliğini etkileyebilir. Volkanik patlamalardan sonra oluşan kül yağışları, meraların yok olmasına, çiftlik hayvanlarının



ölmesine, yem ve suyun kaynaklarının kirlenmesine neden olmakta ve hayvancılık üzerinde ciddi zararlı etkilere sahip olabilir (Akhtar ve ark., 2019).



**Şekil 2.9. Volkanik patlamaların ekili tarım alanlarında yaptığı tahribat**

FAO'nun ön tahminleri, besi hayvanı yetiştiren hanelerin yüzde 60-70'inin besi hayvanlarının bir şekilde volkanik patlamalardan etkilendiğini bildirmiştir. Volkanik patlamaların balıkçılık üzerindeki etkisi önemli olmakta ve balıkçılığı olumsuz etkilemektedir. Volkanik kül örtüsünün yerel tarla tarımı üzerindeki potansiyel etkileri göz önüne alındığında, balıkçılık bu felaketin ardından daha önemli bir gıda kaynağı haline gelmektedir. Ancak kıyı resifleri ve lagünlerin çoğunluğu büyük olasılıkla hasar göreceği veya kül ve enkazın olumsuz etkileneceği bildirilmiştir (FAO, 2018).

## SONUÇ

Tarım sektörü, özellikle gelişmekte olan ekonomilerde risk ve belirsiz koşullarla karşı karşıya kalmakta, dolayısıyla da tarımsal üretimin temel kaynağı olan bitkisel ürünler biyotik ve abiyotik risklere açık olduğu bildirilmiştir (Akhtar ve ark., 2019). Çiftçiler, iklim değişikliği nedeniyle bitkisel ürünler hassas koşullar altında yetiştirilmektedir (Akhtar ve ark., 2018). Doğal afetler, tarımsal üretim üzerinde önemli olumsuz etkiler göstermektedir (Qianwen ve Junbiao, 2007). Tarım, iklim değişikliği ve doğal afetlerden en çok etkilenen sektördür. İklim değişikliği ayrıca, tarımsal ürünlerde azalma, sulama suyunun bulunmaması ve potansiyel buharlaşma-terleme nedeniyle tarımsal üretimi tahrip eder (Trinh ve ark., 2021). Tarım sektörü, doğal afetlerden dünyadaki toplam hasarın yaklaşık %16'sı, toplam afet kayıplarının %31'i ve toplam hasar ve kayıpların yaklaşık %23'ü ile karşı karşıya kalmıştır (FAO, 2018). Doğal afetlerin tarımsal üretime verdiği zarar, özellikle küçük çiftçilerin çoğunluğunun geçim kaynakları ve geçimleri için tarıma bağlı olduğu ülkelerde, gıda güvenliği için ciddi tehditler oluşturmaktadır (FAO, 2018). İklim değişiklikleri ve modern toplumların savunmasızlığı nedeniyle doğal afetlerden kaynaklanan kayıpların artacağı tahmin edilmektedir (Panwar ve Sen, 2019). Gelişmekte olan

ülkeler, daha az çeşitlilik ve tarıma bağımlılık nedeniyle doğal afetlere karşı daha hassas olduğu bildirilmiştir (Noy, 2009).

## KAYNAKÇA

Akhtar, S., LI, G., Ullah, R., Nazir, A., Iqbal, M.A., Raza, M.H., Iqbal, N., Faisal, M., 2018. Factors influencing hybrid maize Journal of Economic Impact 4 (1) 2022. 28-38 36 farmers' risk attitudes and their perceptions in Punjab Province, Pakistan. J. Integr. Agric. 17, 1454–1462

Akhtar, S., Li, G.C., Nazir, A., Razzaq, A., Ullah, R., Faisal, M., Naseer, M.A.U.R., Raza, M.H., 2019. Maize production under risk: The simultaneous adoption of off-farm income diversification and agricultural credit to manage risk. J. Integr. Agric. 18(2), 460-470

Aksoy, A. & NG, F. 2010. The evolution of agricultural trade flows. World Bank Policy Research Working Paper Series, Vol.

Anonim 2023. 2023 Kahramanmaraş and Hatay Earthquakes Report. T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (Erişim Tarihi: 25.03.2023)

Auffret, P. 2003. High Consumption Volatility: The Impact of Natural Disasters? SSRN eLibrar

Berlemann, M., Wenzel, D., 2015. Long-term growth effects of natural disasters-empirical evidence for droughts.

Berlemann, M., Wenzel, D., 2015. Long-term growth effects of natural disasters-empirical evidence for droughts.

Fang, J., Lau, C.K.M., Lu, Z., Wu, W., Zhu, L., 2019. Natural disasters, climate change, and their impact on inclusive wealth in G20 countries. Environ. Sci. Pollut. Res. 26, 1455–1463.

Food and Agriculture Organization (FAO), 2018. The impact of disasters and crises on agriculture and food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Khan, M.T.I., Ali, Q., Ashfaq, M., 2018. The nexus between greenhouse gas emission, electricity production, renewable energy and agriculture in Pakistan. Renew. Energy 118, 437–451.

Klomp, J., Hoogezand, B., 2018. Natural disasters and agricultural protection: A panel data analysis. World Dev. 104, 404–417

Little, P. D., Stone, M. P., Mogues, T., Castro, A. P., and Negatu, W. (2006). Moving in Place': Drought and Poverty Dynamics in South Wollo, Ethiopia[J]. J. Dev. Stud. 42 (2), 200–225. doi:10.1080/00220380500405287

- Loayza, N. V., Olaberria, E., Rigolini, J., Christiaensen, L., 2012. Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Dev.* 40, 1317–1336.
- Moore, F. (2020). The Fingerprint of Anthropogenic Warming on Global Agriculture[J]. doi:10.31223/x5q30z
- Noy, I., 2009. The macroeconomic consequences of disasters. *J. Dev. Econ.* 88, 221–231
- Noy, I., 2009. The macroeconomic consequences of disasters. *J. Dev. Econ.* 88, 221–231.
- Panwar, V., Sen, S., 2019. Economic impact of natural disasters: An empirical re-examination. *Margin J. Appl. Econ. Res.* 13, 109–139
- Qianwen, G., Junbiao, Z., 2007. Relations between agricultural natural disasters and rural poverty based on analysis of panel data in Anhui Province, China. *China Popul. Resour. Environ.* 17, 92–95
- Schaefer A., CRANE A. (2005). “Addressing Sustainability and Consumption”, *Journal of Macromarketing*, Vol.25, No.1.
- Schmidhuber, J.; Tubiello, F.N. Global food security under climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2007, 104, 19703–19708. [CrossRef]
- Sun, L.; Chen, S.; Chao, L.; Sun, T. Effects of flooding on changes in Eh, pH and speciation of cadmium and lead in contaminated soil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2007, 79, 514–518. [CrossRef]
- Trinh, T.A., Feeny, S., Posso, A., 2021. The impact of natural disasters and climate change on agriculture: Findings from Vietnam. In *economic effects of natural disasters theoretical foundations, methods, and tools*: 261-280. doi.org/10.1016/B978-0-12-817465-4.00017-0
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), 2015. Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030. UNISDR/GE/2015-ICLUX EN5000 (1st Ed.) 9-11 Rue de Varembe, CH 1202, Geneva, Switzerland, www.undrr.org
- Urban, D.W.; Roberts, M.J.; Schlenker, W.; Lobell, D.B. The effects of extremely wet planting conditions on maize and soybean yields. *Clim. Change* 2015, 130, 247–260. [CrossRef]
- Vervuren, P.; Blom, C.W.P.M.; De-Kroon, H. Extreme flooding events on the Rhine and the survival and distribution of riparian plant species. *J. Ecol.* 2003, 91, 135–146. [CrossRef]
- Wood, E.F., S.D. Schubert, A.W. Wood, C.D. PetersLidard, K.C. Mo, A. Mariotti and R.S. Pulwarty (2015). Prospects for advancing drought understanding, monitoring, and prediction. *Journal of Hydrometeorology*, vol. 16, no. 4, pp. 1636–1657.



Youssef, M.S.; Mira, M.M.; Renault, S.; Hill, R.D.; Stasolla, C. Phytoalbumin expression influences soil flooding response of corn plants. *Ann. Bot.* 2016, 118, 919–931. [CrossRef]

Zhang, Q., Han, L. Y., Jia, J., and Song, L. (2016). Management of drought risk under global Warming[J]. *Theor. Appl. Climatol.* 125 (1/2), 187–196. doi:10. 1007/s00704-015-1503-1

Zhong Jiangrong. (2001). Study on urban earthquake economic loss, Institute of Engineering Mechanics, China Earthquake Administration

Zuo H, Shen H, Dong S, Wu S, He F, Zhang R, Wang Z, Shi H, Hao X, Tan Y, Ma C, Li S, Liu Y and Zhang F (2022) Effects of Strong Earthquake on Plant Species Composition, Diversity, and Productivity of Alpine Grassland on Qinghai-Tibetan Plateau. *Front. Plant Sci.* 13:870613. DOI: 10.3389/fpls.2022.870613

## **BÖCEKLERDE ÖNEMLİ BİR SAVUNMA MEKANİZMASI: TAKLİTCİLİK (MİMİKRİ)**

**Doç. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Adıyaman Üniv., Ziraat Fakültesi, ORCID NO: 0000-0003-2835-4735

### **ÖZET**

Doğada birçok canlının doğal düşmanları bulunmaktadır. Bu doğal düşmanlar konukçuları üzerinde beslenerek yâda onları kullanarak yaşamlarını devam ettirirler. Konukçularının bulunmadığı zamanlarda yaşamlarını devam ettiremezler. Konukçu olarak nitelendirilen organizmalar işe kendi yaşamlarını devam ettirebilmek için doğal düşmanlarından kaçmak zorundadırlar. Böcekler, sadece doğal düşmanlarından kaçınmak için gerçekten akıllıca yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler arasında doğal düşmanları korkutmak için bazı davranışsal özellikler veya doğal düşmanların takipçilerinden kaçmaları için anatomik gelişimleri de içerebilmektedir. Bunun yanında böceklerin mimekri ile kendini birçok doğal düşmanlardan korurlar.

Bir organizmanın (böceklerin) doğal düşmanlarından gizlenmek için, bazı böceklerin bitkilerin yapraklarına veya dallarına benzemeleri, yâda bir organizmanın diğer bir organizmaya veya çevresindeki bazı nesnelere renk, biçim veya davranış açısından benzerliğine taklitçilik yâda mimekri adı verilir. Böceklerde çok önemli bir savunma mekanizması olan mimikri, türlerin hayatta kalmasında önemli bir rol üstlenmiştir. Bu çalışmada özellikle tarım zararlıları örnek verilerek mimikrinin tanımı, mimikri çeşitleri örneklerle anlatılmaya çalışılacaktır

**Anahtar Kelimeler:** Tarım, Böcek, Mimikri, Hayatta kalma

### **AN IMPORTANT DEFENSE MECHANISM IN INSECTS: IMPACTING**

Many living things have natural enemies in nature. These natural enemies survive by feeding on or using their hosts. They cannot survive in the absence of their hosts. Organisms that are described as hosts have to escape from their natural enemies in order to survive. Insects have developed really clever ways to avoid their only natural enemies. These methods may include some behavioral features to scare off natural enemies, or anatomical enhancements for natural

enemies to evade their pursuers. In addition, they protect themselves from many natural enemies with the mimicry of insects.

In order to hide from the natural enemies of an organism (insects), the resemblance of some insects to the leaves or branches of plants, or the similarity of an organism to another organism or to some objects in its environment in terms of color, shape or behavior is called mimicry or mimicy. Mimicry, which is a very important defense mechanism in insects, has played an important role in the survival of the species. In this study, the definition of mimicry and types of mimicry will be tried to be explained with examples, especially by giving examples of agricultural pests.

**Keywords:** Agriculture, Insect, Mimicry, Survival

## GİRİŞ

Dünyada en fazla türü bulunan canlı gruplarının başında böcekler gelir. Tanımlanmış bir milyondan fazla türü içerir ve bilinen tüm canlı organizmaların yarısından fazlasını böcekler oluşturmaktadır. Dünyada bulunan mevcut türlerin toplam sayısının 6 ile 10 milyon arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu da dünyadaki hayvan yaşam formlarının potansiyel olarak % 90'ından fazlası böcekler oluşturduğu anlamına gelmektedir (Gaston, 2010).

Tarımsal zararlı grubu içerisinde birçok böcekler yer almakla birlikte, böcekler insanlığa ve doğaya çeşitli şekillerde faydalı olmakta, böcekler olmasa insan hayatının da olmayacağı çeşitli araştırmalarda vurgulanmıştır. Böceklerin zararlı böcekleri kontrol altında tutmaları, birçok böceklerin ürünlerinin gıda olarak tüketilmesi, meyve ve sebzeleri tozlaştırılmalarını sağlamaları, sanitasyon gibi hizmetleri insanlara sağladığı faydalardan sadece birkaçıdır (Whittaker, 1972).

Böceklerin yaşamlarını etkileyen birçok biyotik ve abiyotik faktörler bulunmakta ve bu faktörler böceklerin hayatta kalmalarını önemli ölçüde sınırlandırmaktadırlar. Böcekler bu faktörlere karşı üreme aşamasında başlamak üzere birçok özel strateji uygulayarak nesillerini devam ettirmektedirler. Bu stratejilerden başında da mimikri adı verilen taklitçilik gelmektedir. Doğada bazı hayvanlar, başka bir canlının besini olmaktan kaçınmak için oldukça akıllı stratejilere ve yöntemler geliştirmiştir. Bu stratejiler ve yöntemler arasında, avcılarından korunmak için bazı davranışsal özelliklerin yansira avcılarının takipçilerinden kaçmaları için çeşitli anatomik uyarlamaları içeren davranış şekilleri geliştirilmiştir. Renklendirme ve vücut şeklindeki bu uyarlamalar, organizmaların tehlikelerden hayatta kalmasına sağlayan yâda

hayatta kalmalarına önemli derecede yardımcı olan davranışlardan birisidir (Dingle ve ark., 1999)

Bazı organizmalar, avcılarının takip etmemesi ve uyarılması amacıyla parlak renklere bürünürken, diğer bazıları ise görünmemek için mükemmelleştirmiş bir kamüfle ile doğal düşmanlarından kaçarlar. Bu özellikler ve taktikler hayvanlar âleminde görülmekle beraber böceklerde bu uyarlamalar daha fazla görüldüğü bildirilmiştir (Wang ve ark., 2016).

Mimikri yâda taklitçilik, bir organizmanın başka bir organizmanın fiziksel ve/veya davranışsal özelliklerini kopyalaması yâda taklit etmesi olarak tanımlanır. Taklit, aynı tür içindeki bireyler arasında olabileceği gibi farklı türler arasında da meydana gelebilir. Bazı canlılar kendilerini avcılardan korumanın bir yolu olarak diğerlerini taklit emesi böceklerde yaygın görülen bir savunma mekanizmasıdır. Taklit, böcekleri doğal düşmanlarına karşı koruyan önemli bir hayatta kalma stratejilerinden birisidir. Taklit, genellikle organizmaların hayatta kalma olasılıklarının artıran en önemli özelliklerinden biridir (Coleman ve ark., 2007).

Böceklerin yâda hayvanların taklitçilik yaptığı ilk defa 19. yüzyılın ortalarında kelebeklerde keşif edilmesinden bu yana, pek çok bitki ve hayvanın türlerinde taklitçilik yâda mimekrik olduğu tespit edilmiştir. Mimekri olan çoğu organizmalar aynı sınıfa, aynı familyada ve hatta türde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte bazı bitki türlerinin de olduğu saptanmıştır. Ancak hayvanları taklit eden bitkilerin sayısı sınırlıdır (Estrada ve Jiggins, 2008)

Mimikride taklit edilen, taklit eden ve aldatılan olmak üzere üç tür varlık rol alır. Bunlara kısaca göz atılırsa;

**Taklit edilen:** Mimikride örnek alınan varlıktır. Taklit edilen varlık olarak ya bir hayvan, ya bir bitki ya da cansız bir madde olabilir.

**Taklit eden varlık:** Mimikride taklit eden varlık olarak predatör parazit bir hayvan veya bir bitki olabilir.

**Aldatılan Varlık:** Sinyali alan, taklide kanan varlıktır. Aldatılan varlık bir hayvan veya bir bitki olabilir (Ritland ve Brower, 1991) .

En iyi bilinen taklitçilik örneklerinin fiziksel görünüş benzerliğini içermesine rağmen araştırmalar benzerliğin ses, koku, davranış ve hatta biyokimyasal olduğu da belirlenmiştir. Mimik olan organizmalar, başka bir şey gibi görünmek, ses çıkarmak, koklamak veya davranmak için özellikler geliştirir. Bazı mimikler (özellikle böcekler) diğer avcılara benzeyecek şekilde evrimleşmiştir ve diğerleri tamamen farklı organizmalara ve nesnelere benzeyen vücutlar geliştirmiştir. Bu böcekler gerçek şekil ve renk değiştirme konusunda oldukça gelişmişlerdir (Coleman ve ark., 2007).

## MİMİKRI TÜRLERİ

Entomolojik çalışmalarında birçok taklit türünün olduğu ve türler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Mimikrinin sınıflandırma genellikle işleve göre dayalıdır ancak bazı durumlarda birden fazla sınıfa ait olabileceği belirlenmiştir (Allen, ve Cooper, 2010). Mimikrideki amaç taklit eden ve taklit edilen canlılar dışındaki diğer üçüncü canlıyı kandırmak diyebiliriz. Bu üçüncü canlı taklit eden canlının avcısı veya avı olabileceği gibi taklit eden canlının dişi veya erkek bireyi de olabilir (Su, ve Kunte, 2015).

Mimik türleri aslında iki ana gruba ayrılır

Savunma Mimikrileri

Saldırı Mimikrileri

### Savunmacı Mimikrileri

Savunmacı veya koruyucu mimikri, organizmalar doğal düşmanlarını aldatarak onları başka bir şeymiş gibi davranarak zararlı organizmalardan kaçınmalarına savunmacı mimikri denir. Savunmacı mimikrinin Batesian mimikri, Müllerialan mimikri, Mertensian mimikri, Wasmannian mimikri, Vavilovian mimikri, Gilbertian mimikri ve Browerian mimikri gibi çeşitli türleri bulunmakta birlikte doğada en fazla ilk 3 türü bulunmaktadır (Rowe, 2001).

Bunlar:

Batesian mimikri,

Müllerialan mimikri,

Mertensian mimikri

### Batesian Mimikri:

Batesian mimikri, adını İngiliz doğa bilimci Henry Walter Bates'ten alan Batesian Mimikri, zararsız/lezzetli bir böceğin zararlı/nahoş bir böceğe benzemesi ve öyle davranması sonucu ortaya çıkan bir taklittir.

Zararlı böcekleri taklit eden zararsız böcekler, belirli renkleri ve desenleri, saldırgan davranış ve/veya zehirlilik taklitleriyle yırtıcı organizmalardan korunurlar. Zehirli veya zararlı bir böcekle aynı çevresel ortamı paylaşan zararsız böcekler zamanla zehirlilere benzer parlak renkli desenler gösterecek şekilde gelişir. Zehirsiz böcekler bu şekilde davranışlar geliştirerek predatörlerine karşı daha fazla koruma kazanırlar (Cheney, 2010).



Batesian Mimikri, Diptera (sinekler, tatarcıklar, tatarcıklar, sivrisinekler), Coleoptera (Böcekler), Lepidoptera (Kelebekler ve Güveler) ve birçok farklı böcek Takımlarında çeşitli türlerde meydana gelir.



Şekil 2.1. *Snowberry clearwing* ve taklşt ettiği yaban arısı (<https://www.flickr.com/photos/122545282@N04/>)

Bazı böcekler, eşekarısı ve arılar gibi zehirli böcekleri, bazıları yılanlar gibi böcek olmayan diğer yırtıcı hayvanları, bazı böcekler de kanatlarında baykuş gözü gibi görünen benekler bulundurarak avcılarından korunmaktadırlar (Londono ve ark., 2014)

*Snowberry clearwing* (Lepidoptera; Sphingidae) güvesi, fiziksel olarak büyük bir yaban arısına benzeyen bir güvedir. Vücudunda yaban arılarında olduğu gibi siyah ve sarı şeritler bulunmaktadır. Bu tür çiçekli bitkilerin nektarı ile beslenirken havada süzülme şekli, nektar toplayan bir yaban arısı benzemekte parlak renkler ve diğer fiziksel özellikleri nedeniyle yaban arısına benzemektedirler. Avcıları tarafından lezzetli olan bu böceğin bu tür taklitleri nedeniyle zehirli olduğunu ve tüketilmemesi gerektiğini izlenimi vererek doğal düşmanlarından bu şekilde korunmaktadır (Pinheiro, 1996)



Şekil 2.1. *Limenitis arthemis* ve taklidini yaptığı *Battus philenor* ([https://entnemdept.ufl.edu/creatures/bfly/red-spotted\\_purple.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/bfly/red-spotted_purple.htm))

Yırtıcı böceklerin çoğu zaman, zehirli ve zehirsiz böcekleri ayırt etmesi pek mümkün değildir, Bu nedenle zehirsiz böceklerin, zehirli böcekler gibi benzer renklenme veya davranış kalıplarına sahip olması doğal düşmanlarının kaçmasına sebep olduğu bildirilmiştir.

Doğal düşmanları tarafından iştahla yenen *Limenitis arthemis* (Drury) (Lepidoptera; Nymphalidae) Zehirli Kavun Kırlangıcını *Battus philenor* L. (Lepidoptera: Papilionidae) taklit ederek ultrasonik klik sesleri çıkarır. Bu sayede doğal düşmanları tarafından lezzetli bulunan güve, tatsız doğal düşmanları tarafından tercih edilmeyen zehirli kavun kırlangıç böceğini taklit eder (Barber, ve Conner 2007)

### Müllerian Mimikri:

Adını Alman doğa bilimci Fritz Müller'den alan Müllerian Mimikrisi, iki veya daha fazla zararlı böcek türünün benzer renk ve desenleri göstermeye uyum sağlamasıyla ortaya çıkmaktadır. Aynı dış görünüşe sahip olmaları her iki canlının işine yaradığı gibi avcı içinde olumludur. Avcının sadece tek bir dış görünüşü öğrenmesi gerektiğinden öğrenme sürecinin daha hızlı gerçekleşmesi sağlanır. Kelebekler haricinde kedi balıkları, kuşlar ve karıncalarda da bu mimekri türü bulunabilir. Bu, avcılara, bu tür işaretlere sahip herhangi bir böceğin zehirli olduğunu ve kendi haline bırakılması gerektiğini gösterir (Hall ve ark., 1966).

Tadı kötü ve avcılarının ilgilenmediği iki veya daha fazla türün birbirine benzemesidir. Bazı kelebek türleri hem renkleri hem de üzerine Müller mimikrisi gibi farklı yollar da ekleyip avcılarından kesin olarak korunmuş olur (Ritland, 1991).

Birbirine benzeyen zararlı böcekler genellikle aynı avcılara sahiptir, benzer renk ve desenleri ve hatta davranışsal özellikleri işaret ederek, tüm böcekler yırtıcılara bu ortak özelliklerin toksisiteye işaret ettiğini ve bunlardan kaçınılması gerektiğini gösterir (Reuss, 1918).



Şekil 2.3. *Danaus plexippus* ve *Limenitis archippus* (<https://i.natgeofe.com/k/9acd2bad-fb0e-43a8-935d-ec0aefc60c2f/monarch-butterfly>)

Müllerian taklidi, Hymenopter böcekler (Arılar, Yaban Arıları ve Karıncalar) arasında yaygındır. Bal arıları, bombus arıları, eşek arıları ve diğer yaban arılarının sarı, turuncu ve siyah şeritleri kolayca fark edilir ve bu böcek grubunun bir bütün olarak rahatsız edilmeleri halinde potansiyel olarak zararlı olabileceğine dair bir uyarı işlevi görür. Yırtıcı hayvanlar, renkleri ve

desenleri saldırganlık ve toksisite ile ilişkilendirilir ve bu uyarı renklerini sergileyen böcekleri avcılar hiçbir şeyi yemediği belirlenmiştir (Ritland, 1991).

Kral kelebeği (*Danaus plexippus* L. (Lepidoptera: Danaidae), genel Vali kelebeği (*Limenitis archippus* L. (Lepidoptera: Danaidae) ile bir Müllerialan kompleksinin bir üyesidir ve renk desenlerini ve davranış sergilemeyi paylaşır. Valinin, her biri yerel *Danaus* türüyle yakından eşleşen, biraz farklı renklere sahip alt türleri vardır (Reuss, 1918; Hall ve ark., 1966).

### **Mertensian Mimikri;**

Mertensian taklidi, ölümcül bir avın daha az tehlikeli bir türü taklit ettiği durum olarak tanımlar. İlk olarak M. G. Emsley geliştirildi.

Bu taklit biçiminde, ölümcül bir av, daha az tehlikeli bir türün uyarı işaretlerini taklit eder. Örnek olarak üç yılan türü süt yılanı, mercan yılanı ve sahte mercan verilebilir. Hem zararsız süt yılanı hem de ölümcül mercan yılanı, orta derecede zehirli sahte mercan yılanının uyarı işaretlerini taklit eder. Orta derecede zehirli sahte mercan yılanını taklit eden zararsız süt yılanı, batezya taklidinin başka bir örneğidir. Yırtıcı hayvanlar, işaretleri zehirle ilişkilendirir ve bundan kaçınır (Mertens, 1956).

Bir avcı, ölümcül bir yılanla ilk karşılaşmasında ölürse, yılanın uyarı sinyallerini tanımayı öğrenmesi imkânı yoktur. O halde son derece ölümcül bir yılanın uyarıcı renkleri olmasının hiçbir avantajı olmayacak, ona saldıran herhangi bir yırtıcı, ölümcül avdan kaçınmayı öğrenmeden öldürülecekti. Ancak avcı önce uyarı renklerine sahip daha az ölümcül bir yilandan kaçınmayı öğrenirse ölümcül tür karşısında hayatta kalma şansı artar. Ancak ölümcül tür daha az tehlikeli yılanı taklit ederek normalde kendilerine gelmeyen yırtıcıları kendisine çeker bundan fayda sağlayabilir (Kimler, 1982).



**Şekil 2.4. Mertensian Mimikriye örnek yılan türleri** (<https://www.istockphoto.com/tr/foto%C4%9Fraf/coral-snake-gm453250621>)

### **Saldırı (Agresif) Mimikrileri**

Agresif mimikri, predatörlerin, parazitlerin veya parazitoitlerin zararsız bir organizmanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini kullanarak avların veya konakçıların doğal düşmanlarını

doğru bir şekilde tanınmalarını önleyen bir taklit biçimidir. Zoologlar bu stratejiyi defalarca koyun postuna bürünmüş bir kurda benzetmiştir (Wickler, 1965). Daha basit bir ifadeyle örneklendirilirse, yerli Avustralyalıların avlanırken kanguru kılığına girmesi ve kanguru taklidi etmesidir.

Agresif mimekrinin, predatör, parazit, üreme, Bakerian and Dodsonian, Pseudocopulation, Inter-sexual mimicry, Automimicry gibi türleri olmasına rağmen bu çalışmada aşağıdaki agresif mimekriler ele alınmıştır (Ruxton ve ark., 2004).

Predatör

Parazitik

İnter-Sexsüel Mimikri

Otomimikri

Wasmanian Mimikri

**Predatörler;**

Yırtıcı hayvanlar veya parazitler, zararsız bir türün bazı özelliklerini almaları agresif mimikri olarak tanımlanır. Bu özellik onların avları veya konakçıları tarafından tespit edilmelerini imkansız hale getirir. Bu, bilinçli bir aldatma olduğunun anlaşılincaya kadar devam eder. Kısaca koyun postuna bürünmüş kurdun hikâyesine benzetilebilir (Jackson, 1995)



**Şekil 2.5.** Predatör *Nephila clavipes*'ın örmüş olduğu ağ ([https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/golden\\_silk\\_spider.htm](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/misc/golden_silk_spider.htm))

Mimik, aldatılan av için özel bir öneme sahip olabilir. Bu tür bir durum, hem avı cezbetmede hem de sinsice yaklaşan yırtıcıları gizlemede oldukça yaygın olan agresif taklitçiliğin oldukça yaygın olduğu örümceklerdir. Örneğin, iyi aydınlatılmış alanlarda göze çarpan altın renkli ağ ören *Nephila clavipes*, arıların, ağın görülmesinin çok daha zor olduğu daha az aydınlatılmış alanlarda örmesi, sarı pigment olmayan ağlarda arıların tehlikeyi algılayamadıkları tespit edilmiştir (Begon, ve ark., 1996) .

**Parazit**

Parazitler de saldırgan taklitçiler olabilir, ancak durum daha önce özetlenenlerden biraz farklıdır. Bazı avcılarının avlarını çeken bir özelliği vardır; parazitler ayrıca konakçılarının doğal avlarını taklit edebilirler, ancak konakçılarında giden bir yol olarak kendilerini yerler.



Şekil 2.6. *Meloe* spp. larvalarının arı kovanlarında parazit yaşamaları (<https://bugguide.net/node/view/1793734/bgpage>)

*Meloe* spp. larvaları arı larvaları üzerinde parazitik olarak yaşarlar. *Meloe* spp., arı türlerinin cinsiyet çekiciliğini taklit eden bir feromon üretir. Bir erkek arı gelip larva külesiyile çiftleşmeye çalıştığında, onun abdomenlerine yapışırlar. Oradan dişi arıya, oradan da arı larvalarını parazitlemek için arı yuvasına geçerler (Saul-Gershenz ve Millar, 2006).

### İnter-Sexsüel Mimikri



Şekil 2.7. *Paracerceis sculpta* (<https://bugguide.net/node/view/1793734/bgpage>)

Bu tür mimikri, kendi türünden olan karşı cinsi taklit etmesidir. Örnek olarak suda yaşayan *Paracerceis sculpta* türünü verebiliriz. Alfa erkek dişilerini çevreye ve diğer erkeklerle karşı korur. Ancak alfa erkekten daha küçük boyutta olan beta erkekler dişi bireyi taklit ederek alfanın haremine girerek dişilerle alfadan habersiz çiftleşebilmektedirler (Wickler, 1965).

### Otomimikri



Şekil 2.8. Arı türleri ve otomimikri (<https://ismhasere.com/ari-ilaclama/>)

Tek bir organizma içinde meydana gelen otomimiktir. Bu, bir organizmanın vücudunun bir parçasının başka bir organına benzemesidir, tıpkı başlarına benzeyen kuyrukları olan ve hatta tehdit edildiğinde geriye doğru hareket edebilen bazı yılan türlerinde olduğu gibi. Bunu yaparak, yırtıcıları kafaları yerine kuyruklarına saldırımları için kandırabilir ve ölümcül saldırılardan kaçınabilirler (Wickler, 1965). Bazı kelebek türleri bu tür bir taklit sergiler. Arka kanatlarının ucunda göze benzeyen tekla noktası ve bu noktanın arkasında anteni andıran küçük kuyrukları vardır. Bir saldırı sırasında, kafası karışmış yırtıcılar kelebeği çoğunlukla zarar görmeden bırakır. Küçük bir kanat alınabilir, ancak ölümcül bir saldırıdan kaçınılır. Artık birçok taklit biçiminden bazılarını ele aldığımıza göre, bunlardan bazılarını eylem halinde görelim (Saul-Gershenz ve Millar, 2006).

### Wasmanian Mimikri



Şekil 2.8. Wasmanian mimikrisine örnek Staphylinidae ([https://www.flickr.com/photos/wwwssnc\\_omphot](https://www.flickr.com/photos/wwwssnc_omphot))

Genel olarak Wasmanian mimikrisinde mimik, karınca, arı gibi yuvası veya koloni kurarak yaşayan böcekleri taklit eder. E. Wasmann tarafından tarif edilen mimikri formuna staphylinid böceklerinin bazı türlerinin karınca kolonilerine karınca taklidi yaparak girmesini verebiliriz. Konakçı ile aynı yuva veya yapı içinde yaşamak için mimiğin modele benzediği taklit türüdür (Saul-Gershenz ve Millar, 2006).

Zıplayan örümceklerin çoğu karıncalara benzer ve avcılarında kaçınmalarına yardımcı olur. Diğer bir örnek ve klasik olan stafiliniddir. Böcekler ev sahibi karıncalara biraz benzeyen, onların girmelerine izin veren karınca kolonileri ve yiyecekleriyle beslenirler (Wickler, 1965).

### 3. SONUÇ

Canlıların hayatta kalmak ve doğal düşmanlarından kaçınmak için birçok strateji uygularlar. Bu stratejilerin başında başka bir organizma veya başka bir doğal nesneye benzemek, onun gibi hareket etmek, görünmek, ses çıkarmak kısaca onları taklit etmek gelmektedir. Taklit, bir miktar avantaj elde etmek için çeşitli hayvanlar tarafından uygulanan bir aldatma biçimidir. Başka bir şeyi taklit ederek bir miktar koruma elde ederler ve hayatta kalma şanslarını arttırlar (Wang ve ark., 2016).

19. yüzyılın ortalarında kelebeklerde taklitçiliğinin keşfedilmesinden bu yana, pek çok bitki ve hayvanın doğal düşmanlarından kaçınmak yâda belirli bir menfaat elde etmek için taklitçi olduğu bulunmuştur. Hemen hemen her mimetik durumdaki kilit unsur, mimikle model zanneden üçüncü bir şahsa yapılan aldatmacadır. Bu üçüncü taraf, mimik üzerindeki toplu potansiyel yırtıcılar, yırtıcı bir mimiğin potansiyel avı veya hatta mimiğin kendi türünün bir cinsiyeti olabilir. Bazı durumlarda, örneğin parazitler tarafından konağın taklit edilmesi, aldatılan organizma modeldir (Coleman ve ark., 2007).

### KAYNAKLAR

Allen, J. A.; Cooper, J. M. (2010). "Crypsis and masquerade". *Journal of Biological Education*. **19** (4): 268. doi:10.1080/00219266.1985.9654747.

Barber, J. R.; Conner, W. E. (2007). "Acoustic mimicry in a predator–prey interaction". *PNAS*. **104** (22): 9331–9334.

Begon, M.; Townsend, C.; Harper, J. (1996) *Ecology: Individuals, populations and communities* (third edition) Blackwell Science, London

Cheney, K.L. (2010). Multiple selective pressures apply to a coral reef fish mimic: a case of Batesian-aggressive mimicry. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, 277, 1849–1855.

Coleman, S.W., Patricelli, G.L., Coyle, B., Siani, J. & Borgia, G. (2007). Female preferences drive the evolution of mimetic accuracy in male sexual displays. *Biol. Lett.*, 3, 463–466

Dingle H, Zalucki M, Rochester WA. 1999. Season-specific directional movement in migratory Australian Butterflies. *Australian Journal of Entomology*. 1999; 38:323-329. doi:10.1046/j.1440-6055.1999.00117.x

- Estrada, C. & Jiggins, C.D. (2008). Interspecific sexual attraction because of convergence in warning colouration: is there a conflict between natural and sexual selection in mimetic species? *J. Evol. Biol.*, 21, 749–760
- Gaston, K. J. (2010). *Biodiversity, Conservation Biology for All* (Ed. Sodhi, N.S. ve Ehrlich, P.R.). Oxford University Press Inc., New York.
- Hall B. P., Moreau R. E., Galbraith I. C. J. (1966): Polymorphism and parallelism in the African bush shrikes of the genus *Malaconotus*. *Ibis* 108:161–1
- Jackson, R. R. (1995). "Eight-legged tricksters: Spiders that specialize at catching other spiders". *BioScience*. **42** (8): 590–98. doi:10.2307/1311924. JSTOR 1311924
- Kimler W. C. (1982): *Mimicry: a history of an evolutionary exemplar*. Ph.D. thesis, Cornell Univ., Ithaca, New York.
- Londono, G.A., Garc D.A. & Sanchez Martnez, M.A. (2014). Morphological and behavioral evidence of Batesian mimicry in nestlings of a lowland Amazonian bird. *Am. Nat.*, 185, 135–141.
- Mertens R. (1956): Das Problem der Mimikry bei Korallenschlangen. *Zool. Jahrb. Syst.* 84:541–575
- Pinheiro, Carlos E. G. (1996). "Palatability and escaping ability in Neotropical butterflies: tests with wild kingbirds (*Tyrannus melancholicus*, Tyrannidae)". *Biological Journal of the Linnean Society*. **59** (4): 351–365. doi:10.1111/j.1095-8312.1996.tb01471
- Reuss T. (1918): Mimetik, Strukturfarben, Melanismus und die Eimer- Piepers'sche Farbenfolge. *Ent. Rundschau* 35.
- Ritland D. B. (1991): Revising a classic butterfly mimicry scenario: Demonstration of Mullerian mimicry between Florida viceroy (*Limenitis archippus floridensis*) and queens (*Danaus gilippus berenice*). *Evolution* 45 (4): 918–934
- Ritland, D.B. & Brower, L.P. (1991). The viceroy butterfly is not a batesian mimic. *Nature*, 350, 497–498.
- Rowe, C. (ed.) (2001). "Warning Signals and Mimicry." Kluwer Academic, Dordrecht. [Special issue of *Evolutionary Ecology*, 1999, 13(7/8)]
- Ruxton, Graeme D.; Sherratt, T. N.; Speed, M. P. (2004). *Avoiding Attack: the Evolutionary Ecology of Crypsis, Warning Signals, and Mimicry*. Oxford University Press.
- Saul-Gershenz, L. S.; Millar, J. G. (2006). "Phoretic nest parasites use sexual deception to obtain transport to their host's nest". *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **103** (38): 14039–14044.



Su, S., Lim, M. & Kunte, K. (2015). Prey from the eyes of predators: Color discriminability of aposematic and mimetic butterflies from an avian visual perspective. *Evolution*, 69, 2985–2994.

Wang, Bo, Xia, Fangyuan, Engel, Michael S., Perrichot, Vincent, Shi, Gongle, Zhang, Haichun, Chen, Jun, Jarzembowski, Edmund A., Wappler, Torsten, Rust, Jes, 2016. Debris-carrying camouflage among diverse lineages of Cretaceous insects. *Sci. Adv.* 2 (6), e1501918. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501918>.

Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213–251.

Wickler, Wolfgang (1965). "Mimicry and the Evolution of Animal Communication". *Nature*. **208** (5010): 519–21.

Wickler, Wolfgang (1965). "Mimicry and the Evolution of Animal Communication". *Nature*. **208** (5010): 519–21.

## **BİTKİ FUNGAL HASTALIKLARLA MÜCADELEDE BİYOKONTROL AJANLARIN KİMYASAL FUNGİSİTLERLE KOMBİNE KULLANIMI**

**Dr. Öğr. Üyesi MELTEM AVAN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adıyaman, Türkiye,  
ORCID ID: 0000-0002-2939-8177

### **ÖZET**

Dünyada ve ülkemizde artan insan nüfusunun ihtiyaçlarını karşılayabilmek adına tarımsal üretimin sürekliliğini, verimin ve kalitenin devamlılığını sağlayabilmek büyük bir endişe konusu olmaktadır. Bitkisel üreticiler büyük oranda hastalıklarla mücadelede sentetik fungusitleri tercih etmektedir. Fakat yoğun pestisit kullanımı dirençli patojenlerin ortaya çıkmasına neden olmakla birlikte çevreye ve insan sağlığına olan zararlı etkilerinden dolayı bazı endişeleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, biyokontrol ajanları standart fungusitlere bir alternatif olarak önerilmiştir, fakat bu ajanların da hastalıklarla mücadele için bazı durumlarda tek başına tam anlamıyla yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Biyolojik kontrol ajanları ile fungusitlerin entegre bir mücadele programı yaparak bitki hastalıklarını hem yetiştiricilik sırasında hem de hasat sonrasında ürünlerdeki kalıntı miktarlarının yönetimi açısından fungusit dozlarını azaltmanın bir yolu olarak öne sürülmüştür. Ayrıca bu şekilde farklı etki mekanizmalarına sahip fungusitlerin kullanımı ile de patojenlerin baskılanarak direnç geliştirme imkânını da azaltılabileceği düşünülmüştür. Fakat biyolojik kontrol ajanın zamanlaması, sayısı, aralığı, fungusitlerle uyumluluğu, dozları gibi konuların daha çok araştırılması ve geliştirilmesi gerektiği için konu hakkında yeni ve detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Entegre hastalık yönetimi, biyokontrol, dirençli patojen, antagonizm, fungusit kombinasyonları

## COMBINED USE OF BIOCONTROL AGENTS WITH CHEMICAL FUNGICIDES IN CONTROLLING PLANT FUNGAL DISEASES

### ABSTRACT

In order to meet the needs of the increasing human population in the world and in our country, it is a matter of great concern to ensure the continuity of agricultural production, the continuity of efficiency and quality. Plant growers largely prefer synthetic fungicides for disease control. However, intensive use of pesticides causes the emergence of resistant pathogens, and it also brings some concerns due to its harmful effects on the environment and human health. For this reason, biocontrol agents have been proposed as an alternative to standard fungicides, but these agents have been found to be insufficient alone in some cases to control diseases. An integrated control program of biological control agents and fungicides has been proposed as a way to reduce fungicide doses in terms of managing plant diseases both during cultivation and after harvest in terms of residual amounts in crops. In addition, it was thought that the possibility of developing resistance by suppressing pathogens could be reduced by the use of fungicides with different mechanisms of action in this way. However, since the timing, number, range, compatibility with fungicides, doses of the biological control agent need to be investigated and developed more, new and detailed studies are needed on the subject.

**Keywords:** Integrated disease management, biocontrol, resistant pathogen, antagonism, fungicide combinations

### 1. GİRİŞ

Taze sebze ve meyvelerin depolanabilir oluşu ve ürünlerin kalitesi, özellikle *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilinia*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Geotrichum*, *Gloeosporium*, *Mucor* ve diğer cinslere ait çeşitli fungusların neden olduğu hasat sonrası hastalıklardan oldukça çok etkilenmektedir [1, 2]. Hasat sonrası meyve hastalıklarını kontrol etmek için biyokontrol ajanlarının (BCA) kullanımı, %95'ten daha yüksek düzeyde hastalık kontrolü sağlayamaması nedeniyle hala kısıtlıdır [3].

Modern depolama tesislerini ve bazı gelişmiş teknoloji ve tekniklere rağmen hasat sonrası hastalıkları kontrol etmek sentetik fungusit kullanımı hala çok sık kullanılmaktadır. Fakat bazı çevresel ve toksikolojik nedenler ve bazı teknik yetersizlikler nedeniyle fungusitlerin hasattan önce ve sonra kullanımı sınırlanmak durumunda kalmıştır. Tüm bunlarla beraber bazı fungusitlere karşı direnç oluşumunun da gelişmesi ile mücadele oldukça zorlaşmıştır [4, 5].

Tek başına fungusit kullanımı bu tür ırklara karşı yetersiz kalırken pestisit kullanımı, bazı ihracat ve işleme pazarları için düşük veya sıfır kalıntı toleransı ile de sınırlandırılmıştır. Bu sebeple yüksek oranda etkili fungusitlerin bulunmadığı durumlarda alternatif ya da bütünleştirici önlemler gitgide daha da değer kazanmaya başlamaktadır.

Fungus, bakteri, mayalar gibi antagonistik mikroorganizmalar tarafından biyolojik kontrol uygulamaları özellikle bazı meyve ve sebzelerde fungal çürümelere karşı umut verici alternatif bir metod oldukları ifade edilmiştir [6, 7].

Biyolojik kontrol ajanlarının tek başına veya bazı ticari zorunluluklar altında uygulandığı takdirde hasat sonrası hastalıkları yeterli seviyede kontrol edememektedir [8, 9]. Biyokontrol ajanları diğer mücadele yöntemleri ile entegre etmek, kullanılacak fungusit miktarını azaltacağından, bir antagonistin büyük ölçekli uygulaması için en iyi seçenek olacaktır [10].

Biyolojik kontrol ajanlarının ya da biyofungisitlerin kendisine uyumlu sentetik fungusitlerle entegre edilmesi ile elde edilen sonucun, ayrı ayrı uygulamalardan sonra elde edilen sonuçlara oranla hasat sonrası fungal çürümelere karşı yüksek etkinlikler tespit edilmiştir [8, 11, 12]. Bu entegre mücadeleyi optimize etmek için fungusit etkilerinin antagonist mikroorganizmalar üzerindeki etkisini bilgisi oldukça önem taşımaktadır. Potansiyel antagonistleri de içeren bazı fungusitlerle yapılan çalışmalarda, bitki yüzeylerindeki patojenik olmayan epifitik mikroorganizmaların popülasyonunu değiştirdiği tespit edilmiştir [13, 14, 15, 16].

Değişken çevre koşullarına toleransın az olması ve raf ömrünü uzatan formülleri geliştirmenin zorlukları nedeniyle ürünler ile mücadelede rutin uygulamaları zorlaştırmıştır [17]. Bu sorunlarla mücadele edebilmek ve maksimum etkinlik elde edebilmek için Entegre Mücadele Stratejileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Fiziksel ve kimyasal mücadele yöntemleri ile biyolojik kontrol ajanların kombine kullanımı bu aşamada oldukça önerilen yöntemler arasındadır.

## 2. BİYOLOJİK KONTROL AJANLARI VE FUNGİSİTLERİN KOMBİNASYONU

Sebze ve meyvelerde antagonist mikroorganizmaların ve sentetik fungusitlerin kullanımına dayalı entegre mücadele metotları, biyolojik kontrol ajanların az miktarlarda onlarla uyumlu kimyasallarla kombine uygulamasını iki kontrol yöntemini birleştirerek, genellikle paketleme tesislerinde meydana gelen hem fungusite dirençli hem de duyarlı patojenlerin mücadelesi için etkili bir kontrol yöntemini ifade etmektedir [18].

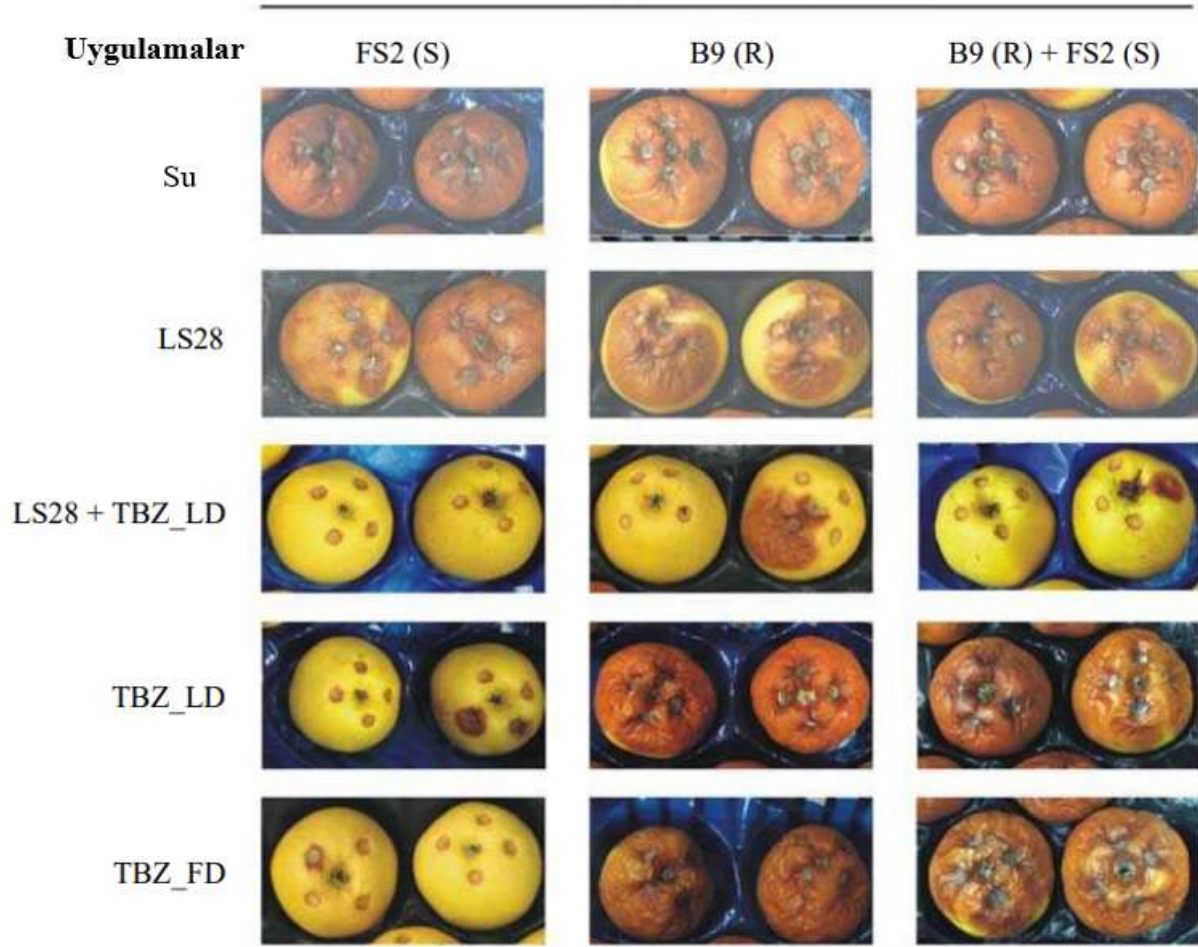
Meyve ve sebzelerin hasat sonrası fungal çürüklüğünün mücadelesinde mikrobiyal antagonistlerin kullanımı için güvenilir seçeneklerden biri gibi görünen, düşük dozda fungusitlerin ve biyolojik kontrol ajanlarının kombine kullanımı oldukça ilgi görmektedir [4]. Yapılan birçok araştırmalara göre, biyolojik kontrol ajanları düşük dozda fungusitlerle kombine etmek, ayrı ayrı yapılan uygulamalara kıyasla, hasat sonrası patojenlerine karşı daha yüksek etkinlik ve kalıcılık ile sonuçlandığını göstermiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Hasat sonrası fungal hastalıklara karşı etkinliği artırmak için biyokontrol ajanlarının düşük dozlarda fungusitlerle başarılı kombinasyonları [18]

Biyokontrol Ajanları	Fungisit	Ürün	Patojen	Referans
<i>Cryptococcus laurentii</i> (HRA5)	Thiabendazole	Armut ya da elma	<i>Penicillium expansum</i>	[11]
<i>Cryptococcus laurentii</i> (LS28)	Thiabendazole	Elma	<i>Botrytis cinerea</i>	[12]
<i>Pseudomonas syringae</i> (ESC-10, Bio-Save 100™)	Cyprodinil	Elma	<i>Penicillium expansum</i> , <i>Botrytis cinerea</i> ve <i>Monilinia spp</i>	[19]
<i>Aureobasidium pullulans</i> (L47)	Procymidone	Çilek, Sofralık üzüm	<i>Botrytis cinerea</i>	[20, 21]
<i>Candida oleophila</i> (I-182, Aspire™)	Thiabendazole	Armut	<i>Penicillium expansum</i> <i>Botrytis cinerea</i>	[22]
<i>Rhodotorula glutinis</i> (LS11), <i>Cryptococcus. laurentii</i> (LS28) <i>Aureobasidium pullulans</i> (LS30)	Benomyl	Elma	<i>Penicillium expansum</i> , <i>Botrytis cinerea</i> ve <i>Monilinia spp</i>	[9]

Örneğin, Lima ve arkadaşları [9] 2003 yılında yaptıkları çalışmalarında *Cryptococcus laurentii* (LS28), *Rhodotorula glutinis* (LS11), *Aureobasidium pullulans* (LS30) kullanılarak Benomyl ile birlikte elmalarda *Penicillium expansum* izolatının neden olduğu maviküfün daha etkin bir şekilde kontrol edildiği gözlemlenmiştir. Errampalli ve Brubacher [19] 2006 yılında *Pseudomonas syringae* (ESC-10, Bio-Save 100™) ile Cyprodinil kullanarak elmalarda *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* ve *Monilinia spp.*'yi kontrol ettiğini ifade etmişlerdir. Yukarıdaki tablodaki gibi bu şekilde birçok örnek bulunmaktadır.

**Botrytis cinerea izolatları**



**Görsel 1.** 21°C'de 18 günlük depolamanın ardından farklı işlemlere (biyolojik, kimyasal veya entegre kontrol) tabi tutulan elmalar [18]

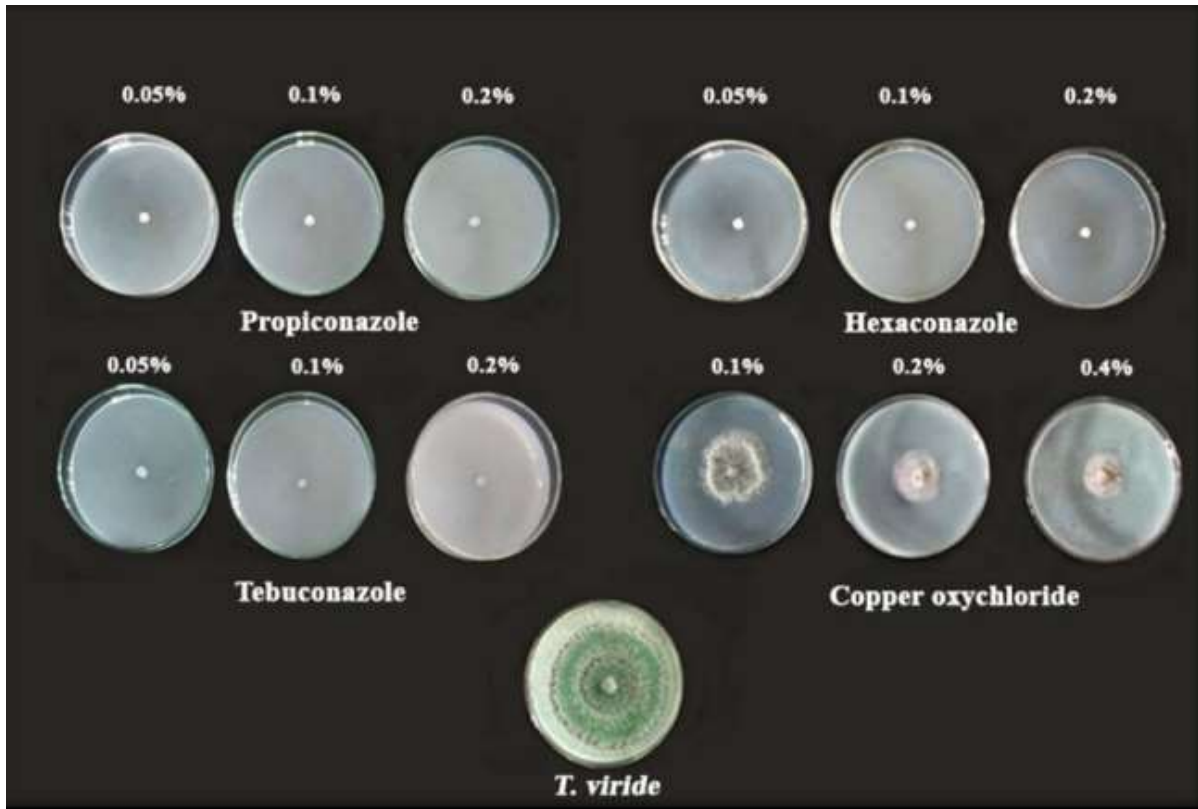
Kısaltma: TBZ: Thiabendazole; Uygulamalar: Su, Kontrol; LS28, biyokontrol organizma *Cryptococcus laurentii*; TBZ\_LD, düşük doz TBZ (104,5 µg/mL); TBZ\_FD, TBZ'nin tam etiket dozu (1.045 µg/mL)

Yapılan çalışmalara göre, entegre tedavi (LS28 + TBZ\_LD), *B. cinerea*'nın hem hassas (S) hem de dirençli (R) izolatlarının kontrolünde etkili olan tek tedavi olarak tespit edilmiştir [12].

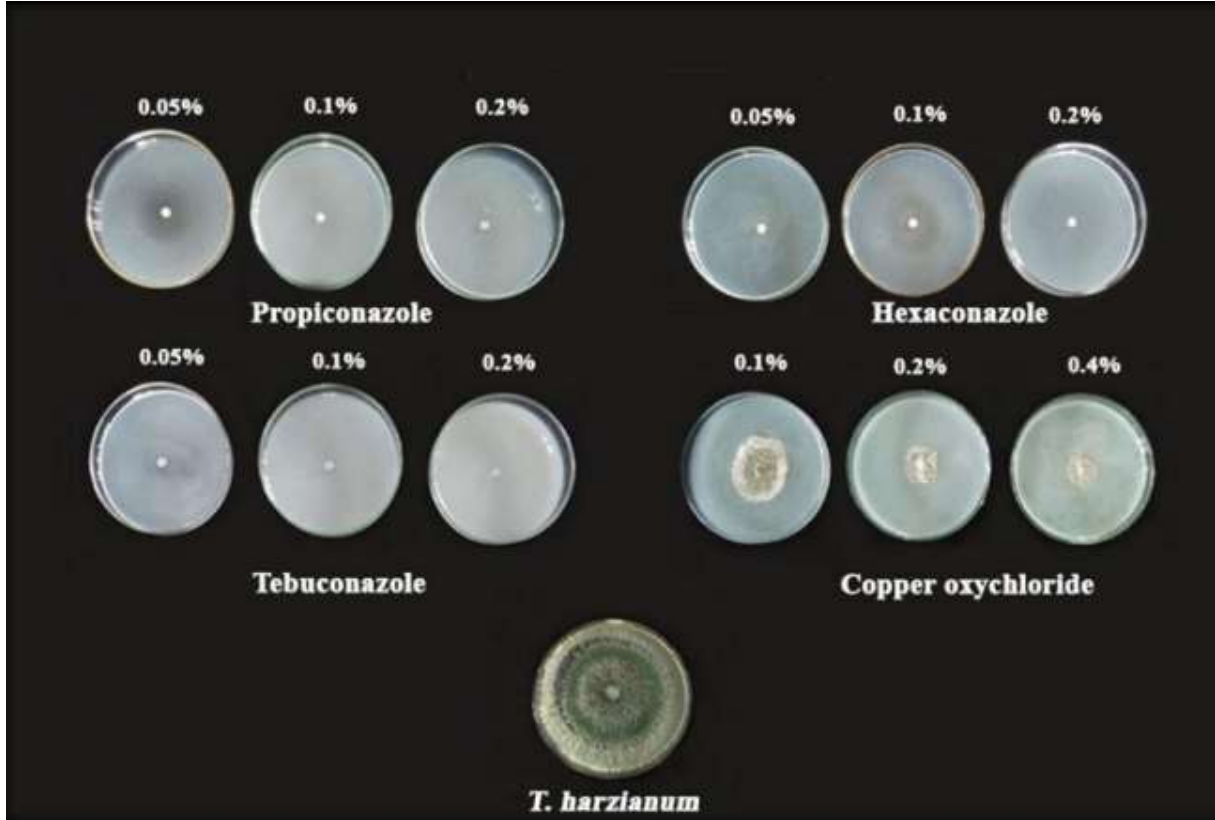
Diğer bir çalışmaya göre *Trichoderma viride* ve *T. harzianum*'un uyumluluğu fungusit propikonazol, heksakonazol ve tebukonazol ile %0,05, %0,1 ve %0,2 konsantrasyonlarında ve bakır oksiklorür ile %0,1, %0,2 ve %0,4 konsantrasyonları test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, triazol fungusitlerinin yani propikonazol, heksakonazol, tebukonazolün *T. viride* ve *T. harzianum* isimli biyoajanların gelişimini, üç konsantrasyonun hepsi de tamamen engellediğini göstermişlerdir. *T. viride*'nin bakır oksiklorür ile engelleme yüzdesi sırasıyla %61.4, %74.4 ve %80 olarak, *T. harzianum* ile %0.1, %0.2 ve %0.4 konsantrasyonlarda sırasıyla %65.5, %80.0 ve %85.5 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2, Görsel 2, Görsel 3).

**Çizelge 2.** Fungisitlerin *T. viride* ve *T. harzianum*'un gelişimi üzerine etkisi [23]

Fungisitler	Engelleme Yüzdesi					
	0.05%		0.1%		0.2%	
	<i>T. viride</i>	<i>T.harzianum</i>	<i>T. viride</i>	<i>T.harzianum</i>	<i>T. viride</i>	<i>T.harzianum</i>
Propiconazole	100	100	100	100	100	100
Tebuconazole	100	100	100	100	100	100
Hexaconazole	100	100	100	100	100	100
	0.1%		0.2%		0.4%	
Bakır oksiklorid	61.4	65.5	74.4	80	80	85.5



**Görsel 2.** *T. viride*'nin etkili fungusitlerle uyumluluğu [23]



**Görsel 3.** *T. harzianum*'un etkili fungusitlerle uyumluluğu [23]

### 3. SONUÇLAR

Bitkilerdeki mikrobiyal denge hem fungal patojenlerin saldırılarını hem de ürünlerdeki hasat sonrası kalitesini etkilemektedir. Biyolojik kontrolün etkinliği, antagonistlerin bitkiye başarılı bir şekilde yerleşmelerine bağlı olduğu için tarlada pestisitlerin doğru bir şekilde kullanımı, fungal patojenlerin enfeksiyonunu azaltmak ya da baskılamak için ürünlerin enfeksiyon barındırmasına engel olacaktır. Antagonistleri düşük dozlarda bazı fungusitlerle kombine edip sinerjistik aktivite göstererek, hem ihtiyaç duyulan fungusit miktarını hem de ilgili riskleri azaltabilir ve hatta fungal patojenlerin dirençli izolatlarını daha etkin kontrol edebilmektedir. Biyolojik kontrol ajanları tek başına hasat sonrası hastalıklar ile mücadelede birçok tür ve patojen üzerinde başarılı bulunmuş olsa da fungusitlerle aynı fungisidal aktiviteye sahip olmadıklarından dolayı, düşük doz fungusitlerle birlikte kullanımı, antagonist ve fiziko-kimyasal yöntemleri birleştiren entegre bir mücadele yöntemleri bunların etkinliği artırılmaktadır.



## KAYNAKÇA

- [1] Snowdon, A.L. A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol. 1, General introduction and fruits. Boca Raton (FL), USA: CRC Press;, 302 pp., 1990.
- [2] Snowdon, A.L. A color atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Vol. 2, Vegetables. Boca Raton (FL), USA: CRC Press;, 416 pp., 1992.
- [3] Chalutz, E. and Droby, S. Biological control of postharvest diseases. In: Plant microbe interaction and biological control. Edited by Boland GJ and Kuykendall LD (editors). New York, US: Dekker; pp. 157-170, 1997.
- [4] Dekker, J. and Georgopoulos S.G. Fungicide resistance in crop protection. Wageningen, the Netherlands: SG eds. Pudoc;, 273 pp., 1982.
- [5] Brent, K.J. and Hollomon, D.W. Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed? FRAC Monograph No. 1 (second, revised edition). Brussels: Published by Global Crop Protection Federation;, 56 pp., 2007.
- [6] Janisiewicz, W.J. and Korsten, L. Biological control of postharvest diseases of fruits. Annual Review of Phytopathology: 40:411–441, 2002.
- [7] Ippolito, A., Nigro, F. and Schena, L. Control of postharvest diseases of fresh fruits and vegetables by preharvest application of antagonistic microorganisms. In: Crop management and postharvest handling of horticultural products, disease and disorders of fruits and vegetables. Vol. 4. Dris R, Niskanen R, Jain SM (eds). Enfield (NH), USA: Science Publisher Inc.;; pp. 1–30, 2004.
- [8] Droby, S., Cohen, L., Daus, A., Weiss, B., Horev, B., Chalutz, E., Katz, H., Keren-Tzur. M. and Shachnai, A. Commercial testing of Aspire: a yeast preparation for the biological control of postharvest decay of citrus. Biological control: 12:97–101, 1998.
- [9] Lima, G., De Curtis, F., Castoria, R. and De Cicco, V. Integrated control of apple postharvest pathogens and survival of biocontrol yeasts in semicommercial conditions. European Journal of Plant Pathology: 109:341–349, 2003.
- [10] Lima, G. and De Cicco, V. Integrated strategies to enhance biological control of postharvest diseases. In: Advances in postharvest technologies for horticultural crops. Chapter 8. Berkeblia N and Shiomi N (eds). Kerala, India: Research Signpost;, pp. 173–194, 2006.

- [11] Chand-Goyal, T. and Spotts, R.A. Biological control of postharvest diseases of apple and pear under semi-commercial conditions using three saprophytic yeasts. *Biological control*: 10:199–206, 1997.
- [12] Lima, G., De Curtis, F., Piedimonte, D., Spina, A.M. and De Cicco, V. Integration of biocontrol yeast and thiabendazole protects stored apples from fungicide sensitive and resistant isolates of *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology*: 40:301–307, 2006.
- [13] Andrews, J.H. and Kenerley, C.M. The effects of a pesticide program of non-target epiphytic microbial populations on apple leaves. *Canadian Journal of Microbiology*: 24:1058–1072, 1978.
- [14] Blakeman, J.P. and Fokkema, N.J. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. *Annual Review of Phytopathology*: 20:167–192, 1982.
- [15] Teixidó, N., Usall, J., Magan, N. and Viñas, I. Microbial population dynamics on Golden Delicious apples from bud to harvest and effect of fungicide applications. *Annals of Applied Biology*: 134:109–116, 1999.
- [16] Gildemacher, P.R., Heijne, B., Houbraeken, J., Vromans, T., Hoekstra, E.S. and Boekhout, T. Can phyllosphere yeasts explain the effect of scab fungicides on russetting of Elstar apples? *European Journal of Plant Pathology*: 110:929–937, 2004.
- [17] Janisiewicz, W.J. and Jeffers, S.N. Efficacy of commercial formulation of two biofungicides for the control of blue mold and gray mold of apple in cold storage. *Crop Protection*: 16 :629-633, 1997.
- [18] Lima, G., De Curtis, F., & De Cicco, V. Interaction of microbial biocontrol agents and fungicides in the control of postharvest diseases. *Stewart Postharvest Rev*, 1, 1-7, 2008.
- [19] Errampalli, D. and Brubacher, N.R. Biological and integrated control of postharvest blue mold (*Penicillium expansum*) of apples by *Pseudomonas syringae* and cyprodinil. *Biological Control*: 36:49–56, 2006.
- [20] Ippolito, A., Nigro, F., Romanazzi, G. and Campanella, V. Field application of *Aureobasidium pullulans* against *Botrytis* storage rot of strawberry. In: *Non-conventional methods for the control of post-harvest disease and microbiological spoilage. Workshop Proceedings COST 914–915*. Bertolini P, Sijmons PC, Guerzoni ME and Serra F (eds). Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities;, pp. 127–133, 1998.
- [21] Ippolito, A, Nigro, F, Lima, G., Romanazzi, G. and Salerno, M. Xanthan gum as adjuvant in controlling table grape rots with *Aureobasidium pullulans*. *Journal of Plant Pathology*: 80:258, 1998.



- [22] Sugar, D. and Spotts, R.A. Control of postharvest decay in pear by four laboratory-grown yeasts and two registered biocontrol products. *Plant Disease*: 83:155–158, 1999.
- [23] Kiran, G.V.M., Thara, S.S., and Jyothi, K.R. Studies on compatibility of biocontrol agents with chemical fungicides for integrated management of *Alternaria* leaf spot of cabbage. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 2974-2977, 2018.

## SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE TESPİT EDİLEN HASTALIKLARA KARŞI ENTEĞRE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

**Dr. Öğr. Üyesi Meltem AVAN**

<sup>1</sup>Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adıyaman, Türkiye,

ORCID ID: 0000-0002-2939-8177

### ÖZET

Sera yetiştiriciliği, optimum bitkisel ürün elde etmek için görülebilecek biyotik ve abiyotik faktörleri asgari düzeye indirmede sebze, meyve, çiçek gibi bitkilerin mikro iklimi üzerinde kontrollü şartları sağlayarak kullanılan teknolojik bir yetiştirme şeklidir. Sera (örtüaltı) yetiştiriciliğinde üretimin miktarı, verimi, kalitesi ve ürünlerden elde edilen gelirler de tarlada üretilenlerden göre çok daha iyidir. Hem dünyada hem de ülkemizdeki üreticiler sera yetiştiriciliği esnasında karşılaştıkları fungal, bakteriyel, viral hastalıklar ve çeşitli zararlılar ile çeşitli sorunlar yaşamışlardır. Özellikle hastalıkların yayılımında, rüzgârlarla savrulan sporlar, sulama suyunda bulunan funguslar, seraya giren böceklerin fungus, bakteri veya virüs taşıması gibi birtakım sorunlar sera ürünlerinde verimde ve kalitede bozulmalara yol açmıştır. Bu hastalıklarla mücadelede tüm kontrol mekanizmalarının entegre edildiği mücadele programlarının kullanımı en doğru seçenek olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Seracılık, örtüaltı, yetiştiricilik, hastalık, entegre mücadele, pestisit, biyolojik mücadele

## INTEGRATED CONTROLLING METHODS AGAINST DISEASES DETECTED IN GREENHOUSE GROWING

### ABSTRACT

Greenhouse cultivation is a technological cultivation method used by providing controlled conditions on the microclimate of plants such as vegetables, fruits and flowers in order to minimize the biotic and abiotic factors that can be seen in order to obtain optimum plant products. The amount of production, yield, quality and income from the products in greenhouse cultivation are also much better than those produced in the field. Plant grower both in the world and in our country have experienced various problems with fungal, bacterial, viral diseases and

various pests they encountered during greenhouse cultivation. Particularly, some problems such as the spread of diseases, the spores blown by the winds, the fungi in the irrigation water, the fungi, bacteria or viruses by the insects entering the greenhouse have led to deterioration in the yield and quality of the greenhouse products. In the control against these diseases, the use of control programs in which all control mechanisms are integrated will be the most correct option.

**Keywords:** Greenhouse, plant growing, disease, integrated control, pesticide, biological control

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda artan gıda güvenliği sorunu, çevre kirliliği problemleri, işçi güvenliği ve kimyasallara karşı direncin hızlı gelişimi ile ilgili endişeler Entegre Zararlı ve Hastalık Yönetiminde (IPM ve IDM) özellikle de sera bitkilerinde kimyasal kullanımının dışında alternatif metotlar geliştirme ilgili çalışmalarda artışa neden olmuştur [1]. Sera bitkilerinde daha çok artropodlar için başarılı biyokontrol çalışmaları yapılmış olmasına rağmen [2], hastalıklar için olan biyolojik kontrol ajan çalışmaları yeterli düzeyde olmamıştır [3]. Mevcut sistemlerin karmaşıklığı ve zorluğu, onların ticari olarak piyasaya arzındaki sorunlar nedeniyle hasatalıklar için biyokontrol ajanları daha yavaş ve daha zorlu olarak geliştirilmiştir [4].

Üretimi artırmak için planlanan çalışmaların çoğu sera yetiştiriciliğinde bitkilerin hastalıklara maruz kalması ile ilgili sorunlara çok fazla dikkat edilerek yapılmamıştır [5, 6, 7]. Hastalık ve zararlıların meydana getirmiş olduğu ürün kayıpları yaklaşık %30'u oluşturabileceği gibi [6], çevresel faktörlerin biyolojik kontrol mikroorganizmaları üzerindeki doğrudan etkileri ürünleri enfeksiyona yatkın hale getirmektedirler [8, 9]. Ayrıca, pestisitlerden kaynaklanan birçok çevresel, toksikolojik ve direnç sorunları nedeniyle, alternatif kontrol yöntemleri araştırılmaya devam edilmektedir [10].

Akdeniz havzasında yaygın olan ek bir ısıtma sistemi bulunmayan plastik örtülü seralardaki mikro iklim, daha yüksek enlemlerde ek aydınlatma ile ısıtılan seralara göre dış faktörlerden daha fazla etkilenmektedir [11]. Örneğin, Akdeniz'de domateslerde görülen gri küf belirtileri yaprak ve meyve lekesi şeklinde kendini belli ederken, Kanada ve Kuzey Avrupa'da çoğunlukla gövde lekeleri şeklinde kendini belli etmektedir.

Sera yetiştiriciliğinde sebze, meyve ve çiçek gibi bazı bahçe bitkilerinin üretiminde toprak kaynaklarının etkin bir şekilde kullanımı, biyotik ve abiyotik stresleri dengeleyerek hem ihracat hem de iç pazarlar için kaliteli sebze, meyve ve çiçek üretimini artırabileceği bilinmektedir.

Sera yetiştiriciliğinde görülen hastalıklar ve zararlılar, değişen kültürel uygulamalar, kaliteli dikim materyali ve yönetim teknolojisi eksikliği gibi çeşitli sorunlar nedeniyle üreticiler, sera

yetiştiriciliğinde düşük verimli ve kalitesiz pazarlanabilir ürün sorunlarıyla karşı karşıya kalmaktadır.

## 2. SERA YETİŞTİRİCİLİĞİNDE GÖRÜLEN HASTALIKLAR ve ENTEGRE MÜCADELELERİ

### 2.1.Fungal Hastalıklar ve Entegre Mücadele Yöntemleri

Fungal hastalıklar, seralarda önemli zararlanmalara neden olan yaprak patojenlerinin en büyük gruplarından birini oluşturmaktadır. Tarlada yapılan yetiştiriciliğe oranla seralarda hastalıklar görülme sıklığı ve şiddetinin önemli ölçüde değiştiği tespit edilmiştir. Bazı toprak kaynaklı patojenler, sera koşullarında bahçe bitkilerinde verimi ve kaliteyi önemli ölçüde azaltmakla birlikte önemli kayıplara neden olan külleme, mildiyö, antraknoz, geç yanıklık, solgunluk ve gövde çürüklüğü gibi önemli fungal hastalıklar da tespit edilmiştir.

**Çizelge 1.** Sera bitkilerinde görülen fungal hastalıklar ve entegre mücadele yöntemleri

Sera Bitkilerindeki Fungal Hastalıklar	Latince Adı	Entegre Mücadele Yöntemleri	Referans
Geç Yanıklık (Domates ve biberde)	<i>Phytophthora infestans</i> , <i>P. capsici</i>	* Yeşil gübrelemeyi takiben, toprak sürüldükten sonraki bir hafta içinde 5 kg/ha'da <i>Trichoderma</i> uygulaması yapılmalıdır. * Sertifikalı ve sağlıklı tohumlar kullanılmalıdır. Tohumlar, ekimden önce Thiram 2-3 g/kg tohum ile muamele edilmelidir. * Seralarda malçlama, hastalık şiddetini etkili bir şekilde azaltmak için oldukça etkilidir. * Hastalıklı bitki artıkları ve hasta meyveler seradan toplanmalı ve yakılmalıdır. * Bakır hidroksi klorür %50 WP veya Metalaxyl MZ %72 WP veya Mancozeb %75 WP su uygulanmalıdır.	[12]
		[13, 14]	
Fusarium Solgunluğu	<i>Fusarium oxysporum</i>	* Hastalıkla mücadelede dayanıklı çeşit ve temiz tohum kullanımı önem taşımaktadır. * Eğer tohumların enfekteli olduğu düşünülüyorsa ekimden önce sıcak su ile muamele edilmelidir. * Toprak fümigasyonu ciddi hastalık vakalarında etkili olmuştur.	[15] [16] [14]

		<p>* <i>Trichoderma</i> spp.'yi, <i>Trichoderma harzianum</i>, <i>T. asperellum</i> ve <i>T. viride</i>'yi domateste solgunluk mücadelesinde kullanılmıştır. <i>Trichoderma</i> spp. ve <i>Pseudomonas fluorescens</i>'in toprak uygulaması yoluyla solgunluk yönetimde etkili olduğunu bildirmiştir.</p> <p>* Bakır oksiklorür %50 WP veya Carbendazim %50 WP ile toprağın ıslatılması hastalığın kontrolünde etkili olarak bulunmuştur.</p>	[17]
<b>Verticillium Solgunluğu</b>	<i>Verticillium albo-atrum</i> ,  <i>V. dahliae</i>	<p>* Hastalığa duyarlı bitkilerin yetiştiriciliğinden kaçınmak gerekir.</p> <p>* En az 2 yıllık ürün rotasyonu bitki enfeksiyonlarını azaltabilmektedir.</p> <p>* Yaz sıcaklıklarının yüksek olduğu bölgelerde toprak solarizasyonu ve toprak fümigasyonu hastalıkla mücadelede etkilidir.</p> <p>* Serada yapılmış çalışmalarda ısıya dayanıklı <i>Talaromyces flavus</i> fungusu aracılığı ile domateste <i>Verticillium</i> solgunluğuna karşı etkinlik tespit etmiştir.</p> <p>* Carbendazim %50 WP veya Bakır hidroksit %77 WP'nin toprağa uygulaması ile hastalıkla mücadelede başarılı sonuçlar alınmıştır.</p>	[13]
			[18] [17]
<b>Yaprak Küfü (Domates)</b>	<i>Fulvia fulva</i>	<p>* Hastalığı kontrol altına almak için sera bahçecilik tesisleri geceleri dışarıdan daha sıcak tutulmalı ve nem oranı %85'in üzerinde olduğunda havalandırma özellikle önemsenmelidir.</p> <p>* Seradaki sirkülasyonunu artırmalı ve dallar arasında yeterli boşluk bırakılmalıdır.</p> <p>* Patojen inokulumlarını azaltmak için domates hasat edildikten sonra ürün artıkları çıkarılmalı ve imha edilmelidir.</p> <p>* Chlorothalonil %75 WP veya Mancozeb %75 WP veya Bakır hidroksit %77 WP uygulanmalı veya Thiophanate-methyl%70 WP, Triflumizole%50WS ve Chlorothalonil %75 WP (TPN) gibi tescilli fungisitlerle önleyici tedbirler uygulanmalıdır.</p>	[13]
<b>Gri Küf</b>	<i>Botrytis cinerea</i>	<p>* İyi hava sirkülasyonu için bitkiler arasında yeterli boşluk önerilmektedir.</p> <p>* Yabancı ot mücadelesi önemlidir.</p> <p>* Aşırı nemden kaçınmalı, yapraklar üzerinde su oluşmasına izin verilmemelidir. Suyun yapraklar üzerinde yoğunlaşmasını önlemek için geceleri sera sıcaklığını dışarıdakinden daha yüksek tutmak gerekmektedir.</p> <p>* Fungusun kimyasallara karşı mutant ırklar üretmesi oldukça sık karşılaşılan bir durumdur. Bu nedenle fungisitlerin dönüşümlü kullanımı önerilmektedir.</p> <p>* Chlorothalonil 75% WP veya Mancozeb 75% WP veya Difenconazole 25% WP veya Iprodione 50% WP veya Azoxystrobin 23% SC veya</p>	[13]
			[19]

		Diethofencarb-thiophanate -metil %65 WP uygulanmalıdır.	
<b>Sclerotinia Kök Çürüklüğü</b> (Sebze ve süs bitkilerinde)	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<p>* Hastalıkla mücadelede ilk aşama olarak hastalıklı bitki artıkları toplanıp yok edilmesi uygun olacaktır. Yetiştiriciliği yapılan bitki tabanındaki toprağın değiştirilmesi, toprağa yerleşmiş sklerotileri uzaklaştırmak açısından önem taşımaktadır.</p> <p>* Konukçusu olan yabancı otlar sökülüp atılması gerekmektedir.</p> <p>* Yaprak üzerinde ıslaklık bulunmaması önem taşımaktadır. Toprak drenajı da bu aşamada önemlidir.</p> <p>*Ciddi hastalık durumlarında yapraktan fungusit uygulaması yapılabilir. Thiophanate-methyl %70 WP, Iprodione %50 WP ve Captan %75 WP hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır.</p>	[19]
<b>Külleme</b> (Sebze ve süs bitkileri)	<i>Oidium violae,</i>	<p>* Etmenin konidilerinin gelişmeleri için neme ihtiyaç duymaktadır. Neme orantılı olarak hastalık artmaktadır. Bu nedenle iyi hava sirkülasyonu patojen enfeksiyonunda çok önem taşımaktadır.</p> <p>*Yetiştiricilik sırasında aşırı azottan kaçınmak gerekmektedir.</p> <p>* <i>Bacillus subtilis</i> sebzelerde ve süs bitkilerine uygulaması ile bitkide etmeni üzerinde etkinlik sağladığı bildirilmiştir. İslanabilir kükürt %80 WP veya Chlorothalonil %75 WP veya Azoxystrobin %23 SC veya Myclobutanil %10 WP veya Pyraclostrobin %20 WG veya Tebuconazole %25.9 EC hastalıkla mücadelede kullanılmaktadır. Hexaconazole kullanımıyla külleme yönetimini de bildirmiştir.</p>	[20, 21]
	<i>Oidiopsis sicula,</i>		[14]
	<i>Sphaerotheca fuliginea,</i>  <i>S. humuli</i>		[19]
<b>Mildiyö</b> (Kabakgiller)	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	<p>* Enfekte bitkilerin artıkları ve yabancı otlar çıkarılıp atılmalıdır.</p> <p>* Bitki veya sıra aralığının artırılarak bağıl nem ve yaprak ıslaklığı azaltılmalı, çiy oluşumu önlenmelidir ve malçlama yapılmalıdır.</p> <p>* <i>Bacillus subtilis</i>'un sebzelerde ve süs bitkilerinde mildiyö için etkili olduğu tespit edilmiştir. Bitkinin birkaç yaprağında birkaç nokta görüldüğünde kimyasal mücadele uygulanmalıdır. Chlorothalonil %75 WP veya Cymoxanil %8 + Mancozeb %64 WP veya Fosetylaluminium80% WP veya Azoxystrobin %23 SC mücadele programında kullanılmaktadır.</p>	[21]
			[12]
			[14]
			[17]



<p><b>Antraknoz</b> (Çilek)</p>	<p><i>Colletotrichum acutatum,</i>  <i>C. fragariae,</i>  <i>C. gloeosporioides</i></p>	<p>*Yetiştiricilikte enfekteli fideler kullanılmamalıdır. Enfekteli bitki artıkları toplanıp imha edilmelidir. *Etmen çiçek tomurcuğu çıkışından hasata kadar koruyucu fungusit uygulamaları ile kısmen kontrol altına alınabilmektedir. Propineb %70 WP, Bitertanol %25 WP ve Mancozeb %75 WP kullanılmalıdır.</p>	<p>[19]</p>
-------------------------------------	---	---	-------------

## 2.2. Bakteriyel Hastalıklar ve Entegre Mücadele Yöntemleri

Bakteriyel hastalıklarla en etkin şekilde mücadelede kültürel uygulamalar, bakterisitler veya bitki aktivatörleri gibi kimyasallar, bitki dayanıklılık genlerinin kullanımı ve biyolojik kontrol stratejilerini birleştirerek entegre bir yönetim uygun olacaktır [22].

Hastalıktan arı bitki materyallerinin kullanımı, bakteri hastalıklarının fidanlıklara ve yetiştirme alanlarına girişini önleyerek kontrol altına almak ve sertifikalı üretim yapmak önemlidir [23, 24]. Bitki bakteriyel hastalıklarla mücadelede kimyasallardan bakırlı preparatlar ve bazı antibiyotikler kullanılmaktadır [25]. Bakteriyel hastalıkları kontrolde bakteriyofajların kullanılması da son zamanlarda ilgi görmeye başlamıştır ve artık ticari ürünleri de mevcuttur [22, 26, 27].

**Çizelge 2.** Sera bitkilerinde görülen bakteriyel hastalıklar ve entegre mücadele yöntemleri

Sera Bitkilerindeki Bakteriyel Hastalıklar	Latince Adı	Entegre Mücadele Yöntemleri	Referans
<p><b>Bakteriyel Kanser</b> (Domates)</p>	<p><i>Clavibacter michiganensis</i> pv. <i>michiganensis</i></p>	<p>* Hastalıktan arı tohum ve dirençli çeşit kullanımı çok önem taşımaktadır. * Hastalıklı bitkiler tespit edilip toprak hattından kesilip uzaklaştırılmalıdır. * Alet ekipman, el, ayakkabı dezenfeksiyonu önemlidir. * Toprak ve tohum yatakları steril edilmeli, Solanaceae familyasından yabancı otlar imha edilmelidir. * Kasugamycin %3 SL ve Bakır oksiklorür %50 WP sağlıklı bitkilerin korunmasına yardımcı olmaktadır.</p>	<p>[13]</p>
<p><b>Bakteriyel Solgunluk</b> (Solanaceae)</p>	<p><i>Ralstonia solanacearum</i></p>	<p>* Solanaceae bitkileri hariç ürün rotasyonu 3 yıl boyunca yapılması uygun olacaktır. * Toprak fumigasyonu ve toprak drenajı bakterinin topraktan uzaklaştırılması açısından etkilidir. *Hastalıklı bitki kökleri topraktan mutlaka uzaklaştırılmalıdır. *Dayanıklı bitki çeşitleri kullanmak önem taşımaktadır.</p>	<p>[13]</p>

		<p>* Sekonder enfeksiyonları önleyebilmek açısından aletler ve kullanılan tesisler dezenfekte edilmelidir.</p> <p>* Kasugamisin %3 SL ve bakır oksiklorür %50 WP spreyle hastalığın kontrolünde etkilidir. Streptosiklin ile fide daldırması, Streptomisin sülfat %9 SP veya oksitetrasiklin uygulaması, <i>Pseudomonas fluorescens</i>, <i>Bacillus licheniformis</i>, <i>B. cereus</i>, <i>B. subtilis</i> ve mikorhizalar gibi çeşitli biyolojik kontrol ajanları solgunluk gelişimini geciktirmede ve azaltmada oldukça etkili olarak tespit edilmiştir.</p>	[28]
<p><b>Bakteriyel</b> <b>Leke/Köşeli</b> <b>Yaprak</b> <b>Lekesi</b></p>	<p><i>Pseudomonas</i> <i>syringae</i> pv <i>lachrymans</i></p>	<p>* Dirençli çeşitler ve önleyici kimyasalların, hastaliksız tohumların kullanımı, en az 2 yıl boyunca ürün rotasyonu ve yukardan sıçratarak sulama yapmanın yapılmaması gerekmektedir.</p> <p>*Bakır oksiklorür %50 WP veya Streptomisin sülfat %9 SP + Tetrasiklin hidroklorür %1 SP (Agrimisin) ürün gelişiminin erken döneminde veya Bakır hidroksit %77 WP veya Bakır oksit %4 DP hastalığın ilk belirtisinde uygulanabilmektedir.</p>	[29]

### 3. SONUÇLAR

Seracılık bitkisel üremin en önemli alanını oluşturmaktadır. Bu sektörde yatırım ve işçilik maliyetleri diğer sektörlerle göre daha fazladır, ancak buna bağlı olarak verim ve ürün kalitesi de oldukça yüksektir. Seracılıkta hem mevsimi olan hem de mevsimlik olmayan sebze ve meyve üretimi yapılmaktadır. Birim alandan alınan verimi en üst düzeye çıkarmak ve ürünün kalitesini yıl boyunca arttırmak seracılıkta oldukça önem taşımaktadır. Özellikle maddi açıdan yüksek gelir getiren sebze meyve ve çiçeklerin ve genetik açıdan üstün transplantların hastalıktan arı tohum veya dikim materyallerini düzenli üretmek önem taşımaktadır. Fakat sera yetiştiriciliğinde özellikle fungal ve bakteriyel hastalık etmenlerinden kaynaklanan hastalıklardan olumsuz etkilenmektedir. Seralarda hastalıkların toprakta ve hava ortamında yaygın şekilde yayılmasını önlemek için kültürel, fiziksel, biyolojik ve kimyasal kontrol seçeneklerinin entegrasyonu gereklidir.

### KAYNAKÇA

- [1] Albajes, R., Gullino, M.L., van Lenteren, J.C., Elad, Y. (Eds.) Integrated Pest and Disease Management in GreenhouseCrops, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999.
- [2] van Lenteren, J.C. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? Crop Prot.19, 375–384, 2000.
- [3] Elad, Y., Bélanger, R.R. Köhl J. Biological control of diseases in the phyllosphere, in: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, , pp. 338–352, 1999.
- [4] Elad, Y., Malathrakis, M.E., Dik A.J. Biological control of Botrytis-incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops, Crop Prot. 15, 229–240, 1996.

- [5] Berlinger, M.J., Jarvis, W.R., Jewett, T.J. Lebuish Mordecai S. Managing the greenhouse, crop, and crop environment, in: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999, pp. 97–103.
- [6] Gullino, M.L., Albajes, R., van Lenteren, J.C. Setting the stage; characteristics of protected cultivation and tools for sustainable protected crop protection, in: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse crops*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, , pp. 365–376, 1999.
- [7] Jarvis, W.R., Latent infection in the pre- and post-harvest environment, *HortScience* 29 749–751, 1994.
- [8] Peet, M.M. Greenhouse crop stress management, *Acta Hort.* 481, 643–654, 1999.
- [9] Schoenweiss, D.F. Predisposition, stress, and plant disease, *Annu. Rev. Phytopathol.* 13 193–211, 1975.
- [10] van Lenteren, J.C. A greenhouse without pesticides: fact or fantasy? *Crop Prot.* 19, 375–384, 2000.
- [11] Shtienberg, D., Elad, Y. Incorporation of weather forecasting in integrated, biological-chemical management of *Botrytis cinerea*, *Phytopathology* 87, 332–340. 1997.
- [12] Shtienberg, D., Elad, Y., Bornstein, M., Ziy, G., Graya, A., Cohen, S. Poly-ethylene mulch modifies greenhouse microclimate and reduces infection of *Phytophthora infestans* in tomato and *Pseudoperonospora* in cucumber. *Phytopathology*;100:97-104, 2010.
- [13] Shishido, M. Plant disease management in protected horticulture. *Horticulture Research*; 65:7-18, 2011.
- [14] Beniwal, R.S. Disease management of crops in protected cultivations/ greenhouses. Singh, A, Dhankhar, SS, Dahiya, KK. (eds.) *Training manual on protected cultivation of horticultural crops*, 1-84, 2015.
- [15] Sundaramoorthy, S., Balabaskar, P. Biocontrol efficacy of *Trichoderma* spp. against wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 1(3):36-40, 2013.
- [16] Akrami, M., Yousefi, Z. Biological Control of Fusarium wilt of Tomato (*Solanum lycopersicum*) by *Trichoderma* spp. as Antagonist Fungi. *Biological Forum-An International Journal*, 7(1):887-892, 2015.
- [17] Singh, R.P., Tiwari, S., Singh, M., Singh, A., & Singh, A.K. Important diseases of greenhouse crops and their integrated management: a review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(1), 962-970, 2020.
- [18] Naraghi, L., Heydari, A., Rezaeel, S., Razavi, M., Jahanifar, H., Khaledi, E.M. Biological control of tomato *Verticillium* wilt disease by *Talaromyces flavus*. *Journal of Plant Protection Research*, 50(3):360-65, 2010.
- [19] Japan Green House Association. *Handbook of protected horticulture (in Japanese)*, Engei Joho Center, Tokyo, Japan, 2003.
- [20] Jarvis, W.R. Managing diseases in greenhouse crops. *Plant Disease.*; 73:190-194, 1989.
- [21] Ushio, S., Takeuchi, T. Decrease in downy mildew occurrence on cucumber of forcing culture using a heating control unit with a dew condensation sensor. *Annual Report of Kantō-Tosan Plant Protection Society.*; 53:51-54, 2006.

- [22] Jones, J.B., Jackson, L.E., Balogh, B., Obradovic, A., Iriarte, F.B., Momol, M.T. Bacteriophages for plant disease control. *Annu Rev Phytopathol* 45:245–262. 2007.
- [23] Janse, J.D., Wenneker, M. Possibilities of avoidance and control of bacterial plant diseases when using pathogen tested (certified) or treated planting material. *Plant Pathol* 51:523–536. 2002.
- [24] Janse, J.D. *Phytopathology: principles and practice*. CABI Publishing, Wallingford, p.360, 2006.
- [25] Sundin, G.W., Castiblanco, L.F., Yuan, X., Zeng, Q., Yang, C. Bacterial disease management: challenges, experience, innovation and future prospects. *Mol Plant Pathol*, 2016.
- [26] Jones, J.B., Vallad, G.E., Iriarte, F.B., Obradović, A., Wernsing, M.H., Jackson, L.E., Balogh, B., Hong, J.C., Momol, M.T. Considerations for using bacteriophages for plant disease control. *Bacteriophage* 2:208–214, 2012.
- [27] Buttmer, C., McAuliffe, O., Ross, R.P., Hill, C., O’Mahony, J., Coffey, A. Bacteriophages and bacterial plant diseases. *Front Microbiol* 8:34, 2017.
- [28] The Hindu. Management of bacterial wilt in tomato. Today’s Paper, Science Technology and Agriculture. <http://www.thehindu.com/todays-paper/tp-features/tp-scitech-and-agri/management-of-bacterial-wilt-intomato/article1447116.ece>, 2008.
- [29] Hansen, M.A. Angular leaf spot of cucumber, Virginia Cooperative Extension, Publication, Virginia Technology, Virginia State University, 450-700. <http://pubs.ext.vt.edu/450/450-700/450-700.html>, 2009.

## TAZE DEREOTU (*ANETHUM GRAVEOLENS L.*) YAPRAKLARININ BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİ, ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ VE FENOLİK BİLEŞİKLERİ ÜZERİNE KURUTMANIN ETKİSİ

**Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN\***, **Doç. Dr. Nurhan USLU**

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, email:

ORCID.org/0000-0002-5024-9512

ORCID.org/0000-0002-1392-8604

### Özet

Kurutulmuş dereotu örneklerinin nem içerikleri %5.68 (Fırın-90 °C) ile %10.95 (Fırın- 60 °C) arasında değişmiş ve dereotu yapraklarının nem miktarları genel olarak %89,71'den (kontrol) %5,68'e (Fırın- 90 °C) düşürülmüştür. Kurutulmuş dereotu yapraklarının toplam karotenoid ve flavonoid değerleri sırasıyla 124.31 (kontrol) ve 137.54 µg/g (Fırın- 60 °C) ile 27.67 (kontrol) ve 4871 mg/100g (havada kurutulmuş) arasında değişmiştir. Buna işaveten, dereotu örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri 56,67 mg GAE/100g (Evin-45 °C) ile 124,72 mg GAE/100g (havada kurutulmuş) arasında saptanmıştır. Ayrıca dereotu yapraklarının antioksidan aktiviteleri %20.72 (kontrol) ile %80.5 (Fırın- 60°C) arasında değişmiştir. Kurutulmuş dereotu yapraklarının toplam karotenoid, toplam fenol (Fırın-45 °C hariç), toplam flavonoid içerikleri ve antioksidan aktivite değerleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Gallik asit, (+)-kateşin, 1,2-dhidroksibenzen, rutin-trhidrat ve kersetin dereotu yapraklarında en bol bulunan fenolik bileşiklerdir. Taze ve kurutulmuş dereotu yapraklarının gallik asit içerikleri 4,46 (Fırın-60 °C) ile 128,35 mg/100g (hava kurusu) arasında değişirken, dereotu yapraklarının quercetin içerikleri 5,52 (kontrol) ile 25,17 mg/100g (Fırın-90°C) arasında değişmektedir. Sonuçlar, dereotu yapraklarının fenolik bileşik miktarlarında kurutma çeşitlerine ve sıcaklıklara bağlı olarak kontrole göre farklılıklar göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Dereotu, kurutma, toplam fenol, antioksidanlar, flavonoid, fenolikler, HPLC

### 1.Giriş

Dereotu (*Anethum graveolens L.*), mutfaklarda yaygın olarak kullanılır ve tat ve lezzet katmak için taze veya işlenmiş salatalara, soslara, çorbalara, salamura sebzelere ve diğer yemeklere eklenir (Świeca ve Gawlik-Dziki, 2008). Dereotu halk hekimliğinde gaz giderici, hazımsızlık, mide ve kolik gibi bazı mide-bağırsak rahatsızlıklarının tedavisinde yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Hosseinzadeh ve ark 2002). Taze dereotu yapraklarının tüketimi vejetasyon

dönemi ile sınırlı olduğu için daha sonra yemek, salata ve çorbalarda kullanılmak üzere muhafaza edilmesi önemlidir. Bu nedenle, yaygın olarak kullanılan kurutma yöntemi, çoğu sebze ve baharatın hasattan sonra değişen sürelerde saklanması için kullanılır ve ayrıca çok çeşitli koşullar altında işlenebilir ve hazırlanabilir. Sebze ve baharat tüketiminden önce uygulanan ısı işlemler bu malzemelerin biyoaktif özelliklerini ve fenolik bileşen miktarlarını etkileyebilmektedir (Bunea ve ark. 2008). Polifenoller her tür bitkide bulunmasına rağmen, yenilebilir bitkilerde yüzlerce tane bulunur (Manach ve ark. 2004). Ürünlerin tüketim süresini uzatan ve besin içeriğini koruyan kurutma yöntemi, ürünlerdeki nemin belirli bir eşik değere kadar buharlaştırılarak uzaklaştırılması işlemidir (Alibas, 2007; Priecina and Karlina, 2013). Kurutma, materyale ısı sağlar ve aynı zamanda mikrobiyolojik güvenlik için materyalden nemi uzaklaştırır (Nawirska ve ark. 2009). Apiaceae familyasına ait tek yıllık bir bitki olan dereotu, çoğunlukla açık havada yetiştirilmekte ve mevsiminde hasat edilmektedir (Galoburda ve ark.2012). Dereotundaki polifenoller gibi farklı fitokimyasallar antioksidan özelliklere sahiptir (Duthie ve ark. 2013). Dereotu yaprakları süzme peynirli patates salatalarında, çorbalarda, soslarda ve salatalarda lezzet ve lezzet katmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Doymaz ve ark.2006). Genellikle yemeklik baharatı olarak kullanılan kurutulmuş baharatlar (herbs), fitokimyasalları nedeniyle potansiyel sağlık yararlarına sahiptir (Yanishlieva ve ark. 2006). Yenilebilir baharatsız bitkiler (herbs), çok çeşitli fitokimyasallar için günlük diyet kaynaklarıdır (Jones ve ark. 1992; Moussa ve ark. 2011). Karotenoidlerin biyolojik önemi, karotenoidlerin aynı zamanda antioksidanlar olarak da hizmet edebilmeleri gerçeğinde yatmaktadır ve çalışmalar, karotenoidin bazı antikanserojen özelliklere sahip olabileceğini göstermiştir (Krinsky, 1989). Baharatlar, çeşniler ve türevleri yemeklere, salatalara ve çorbalara olduğu kadar lezzet ve tat da verir. Bu tat ve aromanın kaynağı biyoaktif bileşenler ve fenolik bileşenlerdir. Baharatlara tat ve aroma veren bu bileşenler üzerinde en önemli etkenlerden biri ısı işlem uygulamasıdır. Çünkü taze baharatların daha uzun süre dayanması için kurutma işlemleri uygulanmaktadır. Kontrollü koşullarda gerçekleştirilen bu kurutma işlemi sırasında uygulanan ısı işlem ve sıcaklık, baharatların fenolik bileşen miktarlarını değiştirmektedir. Mutfak amaçlı yaygın olarak kullanılan dereotunun biyoaktif özellikleri ve fenolik bileşenleri üzerine ısı işlemin etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmanın amacı, dereotu yapraklarının toplam karotenoid, toplam fenol, toplam flavonoid, antioksidan aktivite değerleri ve fenolik bileşikler üzerine kurutmanın etkisini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Metot

## 2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan dereotunun (*Anethum graveolens* L.) yaprakları 2022 yılında Konya'daki bir marketten satın alınmıştır. İçerisinde bulunan yabancı ot gibi yabancı maddelerden ayıklanmıştır. Dereotu bitkisinin yaprakları içme suyu altında yıkanarak yenmeyen kısımları ve sapları uzaklaştırılmıştır. Analiz için dereotu yapraklarının yenilebilir kısımları kullanılmıştır. Her bir kurutma işlemi için yaklaşık 500 gr dereotu yaprağı kullanılmıştır. Yaprakların bir kısmı havada ve etüv kurutucusunda kurutuldu. Yapraklar 8-10 mm'lik kesitler halinde kesildi. Dereotu yapraklarının bir kısmı analiz için taze numune olarak hazırlanmış (kontrol grubu) ve analize kadar 4 °C'de saklanmıştır.



## 2.2. Metotlar

### 2.2.1. Havayla kurutma

Temizlenen dereotunun toprak üstü kısımları 2-3 cm kalınlığında temiz bir zemin üzerine gölge ve hava esintisi olan bir yere serildi. Havayla kurutma 1 hafta devam etti.

### 2.2.2. Isı uygulaması

Dereotu örnekleri oda sıcaklığında ve geleneksel etüvde 45 °C, 60 °C ve 90 °C'de nem içeriği %20'nin altına düşene kadar ısıtıldı. Numuneler, analizden önce bir öğütücü kullanılarak toz haline getirildi.

### **2.2.3.Nem içeriği**

Dereotu örneklerinin nem içerikleri KERN & SOHN GmbH elektronik nem tayin cihazı ile belirlendi.

### **2.2.4.Karotenoit içeriği**

Dereotu yapraklarındaki karotenoidlerin ekstraksiyonu için de Carvalho ve arkadaşları (2012) tarafından belirtilen yöntem uygulandı. Yaklaşık 2 g öğütülmüş numuneye 25 ml aseton ilave edildikten sonra karışım 10 dakika vortekslenildi ve süzüldü. Süzüntü daha sonra bir ayırma hunisine alındı ve 20 ml petrol eteri ile fraksiyonlandı. Daha sonra 100 ml distile su ile yıkanarak aseton karışımından uzaklaştırıldı. Bu adımlar iki kez tekrarlandı. Toplanan süpernatantlar, filtre kağıdı üzerinde Whatman No. 1 süzüldü ve Ekstraktların hacmi, petrol eteri ile 25 ml'ye tamamlandı. Elde edilen numunelerin absorbanansı 450 nm'de ölçülmüştür.

### **2.2.5.Ekstraksiyon işlemi**

Dereotu yapraklarının ekstraksiyon işlemi Pantelic ve arkadaşları (Pantelic ve ark 2017) tarafından belirtilen yöntemle göre bazı değişikliklerle gerçekleştirilmiştir. Öğütülmüş numune (1g) 20 ml metanol:su solüsyonu (70:30; v/v) numunesi eklendikten sonra numune, oda sıcaklığında 1 saat ultrasonik banyoda sonike edildi. Sonikasyondan sonra numune 6000 rpm'de 10 dakika santrifüjlendi. Elde edilen süpernatant, 40 °C'de vakum altında buharlaştırılarak konsantre edildi. Elde edilen ekstraktın hacmi hacimce metanol:su (60:40; v/v) karışımı ile 20 ml'ye tamamlandı ve her bir ekstrakt 0.45 µm naylon filtreden süzüldü.

### **2.2.6. Toplam fenol içeriği**

Yoo ve ark. (2004) tarafından açıklanan yöntemle göre Folin-Ciocalteu kullanılarak dereotu yaprağı ekstraktlarının toplam fenolik miktarlarını belirlenmiştir. Yaklaşık 2 g dereotu ekstraktı üzerine 1 ml FC ilave edildikten sonra 5 dakika karıştırıldı ve bu süre sonunda 10 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> eklendi. Daha sonra tüplerdeki solüsyon tekrar karıştırıldı ve son hacim deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlandı. Örnekler 1 saat tutulduktan sonra toplam fenolik içerikleri (mg gallik asit



eşdeğeri (GAE) / 100 g) 750 nm dalga boyunda bir spektrofotometrede ölçüldü. Tüm tespitler üç kez yapıldı.

### **2.2.7. Toplam flavonoid içeriği**

Ekstraktların toplam flavonoid içeriğini saptamak için Hogan ve ark. (2009) tarafından belirtilen kolorimetrik yöntem kullanıldı. Yaklaşık 1 ml ekstrakt üzerine 0,3 ml NaNO<sub>2</sub>, 0,3 ml AlCl<sub>3</sub> ve 2 ml NaOH ilave edilerek karıştırıldı. Ortaya çıkan karışımın absorbens değeri 510 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar mg kateşin / g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

### **2.2.8. Antioksidan aktivite**

Örneklerin serbest radikal yakalama aktivitesini ölçmek için Lee ve ark. (1998) tarafından açıklanan DPPH (1.1-difenil-2-pikrilhidrazil) yöntemi uygulandı. Ekstrakt 2 ml metanolik DPPH solüsyonu ile karıştırıldıktan sonra karışım kuvvetlice çalkalanmıştır. Çalkalama işleminden sonra numuneler 30 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Bu süre sonunda numunelerin absorbens değerleri spektrofotometre kullanılarak 517 nm'de ölçüldü. Tüm tespitler üç kez yapıldı.

### **2.2.9. Fenolik bileşenlerin belirlenmesi**

Fenolik bileşiklerin analizi için bir PDA detektörü ve bir Inertsil ODS-3 (5µm; 4.6 x 250mm) kolonu ile donatılmış bir Shimadzu-HPLC kullanıldı. Hareketli faz olarak su içinde %0.05 asetik asit (A) ve asetonitril (B) karışımı kullanıldı. Mobil fazın akış hızı ve enjeksiyon hacmi, 30 °C'de ve 20 ul'de 1 ml/dk idi. Pikler, bir PDA detektörü kullanılarak 280 ve 330 nm'de kaydedildi.

### **2.3. İstatistiksel analiz**

Varyans analizi, JMP sürüm 9.0 kullanılarak belirlendi. Tüm analizler üç kez gerçekleştirildi. Elde edilen sonuçlar, farklı kurutma koşullarında işlenen bağımsız dereotu yapraklarının ortalama±standart sapmasıdır (Püskülcü ve İkiz,1998).

## **3. Sonuçlar ve Tartışma**

**3.1. Havada ve fırında kurutulan dereotu yapraklarının fiziko-kimyasal özellikleri, biyoaktif bileşikleri ve antioksidan aktivite değerleri.**

45, 60 ve 90 °C sıcaklıklarda hava ve etüvde kurutulan dereotu yapraklarının fiziko-kimyasal özellikleri, biyoaktif bileşikleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Dereotu nem miktarları %89.71'den (kontrol) %5.68'e (fırında) (90°C) düşürülmüştür. Ayrıca kurutulan örneklerin nem miktarları %5,68 (90 °C) ile %10,95 (Fırın-60 °C) arasında değişmiştir. Kurutulmuş dereotu yapraklarının toplam karotenoid ve flavonoid içerikleri sırasıyla 124.31 (kontrol) ve 137.54 µg/g (fırın-60 °C) ile 27.67 (kontrol) ve 4871 mg/100g (havada kurutulmuş) arasında değişmiştir. Dereotu örneklerinin toplam fenolik değerleri 56.67 mgGAE/100g (fırın-45 °C) ile 124.72 mgGAE/100g (havada kurutulmuş) arasında değişmiştir. Ayrıca dereotu yapraklarının antioksidan aktivite değerleri %20.72 (kontrol) ile %80.5 (fırın-60 °C) arasında değişmiştir. Kuru dereotu yapraklarının toplam karotenoid, toplam fenol (fırın hariç (45 °C)), toplam flavonoid içerikleri ve antioksidan aktivite değerleri kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur (Şekil 1.). Kurutulmuş dereotu örneklerinin toplam karotenoid değerleri kontrol ile karşılaştırıldığında kısmi bir artış gözlenirken, bunlar toplam flavonoid içeriklerinde önemli bir artış olmuştur. Ayrıca dereotu yapraklarının toplam fenol, toplam karotenoid ve antioksidan aktivite değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu gözlenmiştir. En yüksek toplam fenol ve karotenoid içerikleri hava ile kurutulan dereotu yapraklarında belirlenmiştir. Ayrıca hava ve etüvde (60 °C) kurutulan dereotu yapraklarının antioksidan aktiviteleri kısmen birbirine yakın bulunmuştur. Kurutulmuş dereotu örneklerinin toplam karotenoid, toplam fenolik, toplam flavonoid değerlerinin ve antioksidan aktivitelerinin yüksek olması muhtemelen örneklerdeki kuru madde miktarının artmasından ve bu kurutma sıcaklıklarında fenolik bileşenlerin parçalanmamasından kaynaklanmış olabilir. Dereotu yapraklarının nem içerikleri ve biyoaktif bileşikleri, kurutma çeşitlerine ve sıcaklıklara bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Moussa ve ark. (2011) taze dereotu yaprağında %89.73 nem saptamışlardır. Galoburda ve arkadaşları [8] taze dereotu yaprağında 3452 mg/100g toplam fenolik içerik belirlemiştir. Kamel (2013) dereotu yapraklarının toplam fenolik içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve toplam karotenoid değerlerinin ısı işlem sürelerine bağlı olarak sırasıyla 861.63 mg GAE/100g (3 dk) ile 1636.80 mg GAE/100g (1 dk), %21.76 (3dakika) ve %50,71 (1 dakika) ve 11,46 mg/kg (3 dakika) ve 48,52 mg/kg (1 dakika) arasında değiştiğini bildirmiştir. Vallverdu-Queralt ve ark. (2015) dereotu yaprağında 0,94 mgGAE/g (dw) toplam fenol ve 0,27 mmol TE/g (dw) antioksidan aktivite değeri saptamışlardır. Brussel lahanasının antiradikal aktivitesi, suyla ağartmadan önce mikrodalga ön işlemeyle arttı (Olivera ve ark 2008). Kurutulmuş kereviz, dereotu, maydanoz, soğan ve sarımsağın toplam flavonoid içeriği 8.90 mgCE/100g (sarımsak) ile 352.99 mgCE/100g (kereviz) arasında değişmektedir (Świeca and Gawlik-Dziki, 2008). Örneklerin

toplam fenolik asit ve flavonoid içerikleri %50 aseton ile ekstrakte edilmiş taze dereotu örneklerinde 35.23 ve 30.39 mg/g (dw) olarak bulundu (Świeca and Gawlik-Dziki, 2008). Sonuçlar, dereotu yapraklarının kurutma türü ve sıcaklığına bağlı olarak bazı farklılıklar göstermiştir. Bu varyasyonlar muhtemelen numunedeki suyu buharlaştırmak için uygulanan kurutma sıcaklıklarının gücünden ve yaprak yapısındaki enzim aktivitesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca literatür ile karşılaştırıldığında sonuçların biyoaktif özellik seviyeleri arasındaki farklılıklar, genotip ve çevresel ve ekolojik varyasyonlara, kullanılan bitki parçalarının seçimine bağlıdır.

### **3.2. Havada ve fırında kurutulan dereotu yapraklarının fenolik bileşikleri**

Hava ve fırında kurutulan dereotu yapraklarının fenolik bileşikleri Tablo 2'de verilmiştir. Dereotu yapraklarının başlıca fenolik bileşikleri gallik asit, (+)-kateşin, 1,2-dihidroksibenzen, rutin-trihidrat ve kuersetin bileşenleridir (Şekil 2). Sonuçlar dereotu yapraklarının fenolik bileşik miktarlarında kurutma çeşitlerine ve sıcaklıklara bağlı olarak kontrole göre farklılıklar göstermiştir. Dereotu yapraklarının fenolik bileşik miktarları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Taze ve kurutulmuş dereotu yapraklarının gallik asit miktarları 4,46 mg/100g (fırın-60 °C) ile 128,35 mg/100g (havada kurutulmuş) arasında değişirken, dereotu yapraklarının 3,4-dihidroksibenzoik asit içerikleri 4,44 (kontrol) ve 24.50 mg/100g (havada kurutulmuş) arasında tespit edilmiştir. Ayrıca dereotu yapraklarının (+)-kateşin değerleri 7,56 (kontrol) ile 56,56 mg/100g (fırın-90 °C) arasında değişirken, dereotu örneklerinin 1,2-dihidroksibenzen içerikleri 5,87 mg/100g (kontrol) ile 34,32 mg/100g (fırın-45 °C) arasında değişmektedir. Kurutulmuş dereotu yapraklarının şiringa asit miktarları 1,46 (kontrol) ile 12,68 mg/100g (Fırın-60 °C) arasında belirlenirken, dereotu yapraklarının kafeik asit içerikleri 1,86 mg/100g (kontrol) ile 11,72 mg/100g (fırın-90 °C) arasında tespit edilmiştir. Taze ve kurutulmuş dereotu yapraklarının rutin-trihidrat içerikleri 1,71 (kontrol) ile 306,66 mg/100g (havada kurutulmuş) arasında, dereotu yapraklarının trans-ferulik asit miktarları ise 0,62 mg/100g (kontrol) ile 242,74 mg/100g (fırın-90 °C) arasında tespit edilmiştir. Ayrıca dereotu örneklerinde apigenin-7-glikozit miktarları 0,47 (kontrol) ile 28,54 mg/100g (fırın-90 °C) arasında değişirken, dereotu yapraklarında quercetin miktarları 5,52 (kontrol) ile 25,17 mg/100g (fırın-90 °C) arasında değişmiştir. Ayrıca taze ve kurutulmuş dereotu yapraklarının izorhamnetin içerikleri 1,18 mg/100g (kontrol) ile 7,95 mg/100g (fırın-60 °C) arasında değişirken dereotu yapraklarının kaempferol içerikleri 3,26 mg/100g (kontrol) ile 14,21 mg/100g (fırın-90 °C) arasında rapor edilmiştir. Ayrıca en yüksek p-kumarik asit (14.60 mg/100g)

ve resveratrol (4.67 mg/100g) 60 °C'de etüvde kurutulmuş dereotu yapraklarında bulundu. Hava ile kurutulmuş dereotu yapraklarında gallik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, rutin-trihidrat ve naringenin miktarları taze (kontrol) ve diğer kurutulmuş dereotu yapraklarına göre daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak hava ve etüvde kurutulmuş fenolik bileşik miktarları kontrol örneğine göre, 45 °C (etüv) ve havada kurutulmuş dereotu yapraklarının fenolik bileşik miktarları ise 60 ve 90 °C 'de kurutulmuşlara göre daha yüksek bulunmuştur. Bazı fenoliklerin miktarı sıcaklığa bağlı olarak değişmiştir. Ayrıca 90 °C'de kurutulmuş dereotu yapraklarında (+)-kateşin, transferulic asit ve quercetin gibi fenolik bileşenler diğer kurutma koşullarında kurutulmuş dereotu yapraklarına göre bulunmuştur. En yüksek transsinnamik asit hava kurutma sistemiydi. Bu bileşenler, fırın sıcaklıklarında önemli ölçüde tahrip olmuştur. Swieca ve Gawlik-Dziki (2008), taze ve kurutulmuş metanol dereotu yaprağı ekstraktlarının 13.93 ve 13.93 µg/g p-hidroksibenzoik asit, 187.50 ve 1125.00 µg/g klorojenik asit, 3.32 ve 12.70 µg/g vanilik asit, 21.52 ve 22.75 içerdiğini bildirmiştir. µg/g şırınga asidi, 85,04 ve 114,14 µg/g p-kumarik asit, 38,32 ve 43,65 µg/g ferulic asit, 170,90 ve 300,82 µg/g sinapik asit, 14,55 ve 18,03 µg/g o-kumarik asit, 122,54 ve 108,20 µg /g ellagik asit, 18,85 ve 25,61 µg/g rosmarinik asit, 14,75 ve 15,98 µg/g t-sinamik asit, 12,41 ve 12,08 µg/g naringenin, 44,85 ve 40,50 µg/g kuersetin, 0,00 ve 31,98 µg/g kaempferol, 11,68 ve sırasıyla 13,96 µg/g apigenin, 17,33 ve 17,03 µg/g rutin ve 10,89 ve 12,57 µg/g daidzein içerdiğini belirtmişlerdir. Quercetin en çok dereotu yeşil kısımlarında bulunurken kaempferol, kafeik asit, klorojenik asit ve ferulic asitler dereotu meyvelerinde en fazla bulunmuştur (Suhaj, 2006). Yenilebilir bitkiler (herbes) ve baharatlardaki fenolik bileşiklerin çoğu, serbest radikal temizleyiciler olarak hareket edebildikleri için antioksidan özellikler gösterirler (Shahidi and Wanasundara,1992). Moussa ve ark. (2011) taze ve kurutulmuş dereotu yapraklarının sırasıyla 433.14 ve 305.38 mg/kg protokatekuik 15.09 ve 1.25 mg/kg p-hidroksibenzoik, 53.39 ve 99.74 mg/kg kateşin, 347.54 ve 83.31 mg/kg klorojenik, 31.70 ve 2.21 mg/kg içerdiğini belirlemişlerdir. katekol, 50,68 ve 3,19 mg/kg şırınga asidi, 132,48 ve 48,01 mg/kg p-kumarik asit, 14,05 ve 1,83 mg/kg vanilik asit, 17,62 ve 1,75 mg/kg salisilik asit, 3,78 ve 1,10 mg/kg sinamik asit ve 67,40 ve 28,10 mg/kg kafeik asit içerdiğini rapor etmişlerdir. Results obtained in this investigation showed fluctuations compared to previous results. Bu dalgalanmalar muhtemelen işleme koşulları, kurutma yöntemleri, numunenin sıcaklık ve nem içeriği, iklim faktörleri ve kullanılan solvent tipinden kaynaklanabilir.

#### 4. Sonuçlar

Kurutulmuş örneklerin toplam karotenoid içerikleri kontrol ile karşılaştırıldığında kısmi bir artış gözlenirken, bunlar toplam flavonoid içeriklerinde önemli bir artış olmuştur. Ayrıca dereotu yapraklarının toplam fenol, toplam karotenoid ve antioksidan aktivite değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Sonuçlar, dereotu yapraklarının kurutma türü ve sıcaklığına bağlı olarak bazı farklılıklar göstermiştir. Gallik asit, (+)-kateşin, 1,2-dihidroksibenzen, rutin-trihidrat ve kuersetin bileşenleri, dereotu yapraklarındaki başlıca fenolik bileşiklerdir. Sonuçlar, dereotu yapraklarının fenolik bileşik miktarlarında kurutma çeşitlerine ve sıcaklıklara bağlı olarak kontrole göre farklılıklar göstermiştir. Hava ile kurutulan dereotu yapraklarında gallik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, rutin-trihidrat ve naringenin miktarları taze (kontrol) ve diğer kurutulmuş dereotu yapraklarına göre daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak hava ve etüvde kurutulan fenolik bileşik miktarları kontrol örneğine göre daha yüksek bulunmuştur.

## Kaynaklar

- Alibas, I. (2007). Microwave, air and combined microwave- air- drying parameters of pumpkin slices. *LWT- Food Science and Technology*, 40, 1445- 1451
- Baricevic, D., Bernath, J., Maggioni, L., Lipman, E. (2004). Report of a working group on medicinal and aromatic plants. First meeting, 12-14 September 2002, Gozd Martuljek, Slovenia. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Bunea, A., Andjelkovic, M., Socaciu, C., Bobis, O., Neascu, M., Verhe, R., van Camp, J. (2008). Total and individual carotenoids and phenolics acids content in fresh, refrigerated and processed spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Food Chem.* 108:649-656.
- de Carvalho, L.M.J., Gomes, P.B., de Oliveira Godoy, R.L., Pacheco, S., do Monte, P.H.F., de Carvalho, J.L.V., Nutti, M.R., Neves, A.C.L., Vieira, A.C.R.A., Ramos, S.R.R. 2012. Total carotenoid content,  $\alpha$ -carotene and  $\beta$ -carotene, of landrace pumpkins (*Cucurbita moschata* Duch): A preliminary study. *Food Research International* 47 (2012) 337–340
- Doymaz, I., Tugrul, N., Pala, M. (2006). Drying characteristics of dill and parsley leaves. *Journal of Food Engineering*, 77, 559–565.

- Galoburda, R., Kruma, Z., Ruse, K. (2012). Effect of pretreatment method on the content of phenolic compounds, Vitamin C and antioxidant activity of dried dill. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation* 6(4), 251-255.
- Hogan, S., Zhang, L., Li, J., Zoecklein, B., Zhou, K. (2009). Antioxidant properties and bioactive components of Norton (*Vitis aestivalis*) and Cabernet Franc (*Vitis vinifera*) wine grapes. *LWT - Food Sci. Technol.* 42,1269–1274.
- Hosseinzadeh, H., Karimi, G.R., Ameri, M. (2002). Effects of *Anethum graveolens* L. seed extracts on experimental gastric irritation models in mice. *BMC Pharmacol.* 2, 21-25.
- Jones, D. P., Coates, R. J., Flagg, E. W., Eley, J. W., Block, G., Greenberg, R. S., Gunter, E. W., Jackson, B. (1992). Glutathione in foods listed in the National Cancer Institute's Health Habits and History Food Frequency Questionnaire / *Nutrition and Cancer*. 17,57–75.
- Kamel, S.M. (2013). Effect of microwave treatments on some bioactive compounds of parsley (*Petroselinum Crispum*) and dill (*Anethum graveolens*) leaves. *J Food Process Technol* 4: 233-237.
- Krinsky, N.I. (1989). Antioxidant functions of carotenoids. *Free Radic. Biol. Med.* 7, 617-635 (1989).
- Lee, S.K., Mbwambo, Z. H., Chung, H.S., Luyengi, L., Games, E.J.C., Mehta, R.G.. 1998. Evaluation of the antioxidant potential of natural products. *Combinational Chemistry and High Throughput Screening* 1. 35-46.
- Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79 (5), 727- 747.
- Moussa, M.E., Youssef, S.M., El-Waseif, K.H.M. (2011). Effect of drying process on phenolic compounds and total antioxidant activity of some medicinal and aromatic plants. *J. Food and Dairy Sci., Mansoura Univ.* 2 (7), 377-386.
- Nawirska A., Figiel A., Kucharska A.Z., Sokol-Letowska A., Biesiada A. (2009). Drying kinetics and quality parameters of pumpkin slices dehydrated using different methods. *Journal of Food Engineering*, 2009, 94, 14- 20.
- Olivera F.D., Vina S.Z., Marani C.M., Ferreyra R.M., Mugridge A., Chaves A.R, Mascheroni R.H. (2008). Effect of blanching on the quality of Brussels sprouts (*Brassica olearacea L. gemmifera DC*) after frozen storage. *Journal of Food Engineering*, 84, 148- 155

- Pantelic, M.M., Zagorac, D.C.D., Ciric, I.Z., Pergal, M.V., Relic, D.J., Todic, S.R. and Natic, M.M. (2017). Phenolic profiles, antioxidant activity and minerals in leaves of different grapevine varieties grown in Serbia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62, 76-83.
- Priecina, L., Karlina, D. (2013). Total Polyphenol, Flavonoid Content and Antiradical Activity of Celery, Dill, Parsley, Onion and Garlic Dried in Conventive and Microwave-Vacuum Dryers. *2013 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences IPCBEE vol.53 (2013) © (2013) IACSIT Press, Singapore.*
- Püskülcü, H., İkiz, F. (1989). Introduction to Statistic. Bilgehan Press. p333. Bornova. İzmir, Turkey. (in Turkish)
- Shahidi, F., Wanasundara, P.K. (1992). Phenolic antioxidants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 32, 67-103.
- Suhaj, M. (2006). Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *J. Food Comp. Anal.* 19, 531-37.
- Świeca, M., Gawlik-Dziki, U. (2008). Influence of thermal processing on phenolics compounds level and antiradical activity of dill (*Anethum graveolens* L.). *Herba Polonica* 54,59-69.
- Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., Alvarenga, J.F.R., Martinez-Huelamo, M., Leal, L.N., Lamuela-Raventos, R.M. (2015). Characterization of the phenolic and antioxidant profiles of selected culinary herbs and spices: caraway, turmeric, dill, marjoram and nutmeg. *Food Sci. Technol, Campinas*, 35(1): 189-195.
- Yanishlieva, N. V., Marinova, E., Pokorny, J. (2006). Natural antioxidants from herbs and spices. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 776–793.
- Yoo, K.M., Lee, K.W., Park, J.B., Lee, H.J. and Hwang, I.K. (2004). Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of Yuzu (*Citrus junos* SiebexTanaka) during maturation and between cultivars. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 52. 5907–5913.

Tablo 1. Havada ve fırında kurutulmuş dereotu örneklerinin bazı kimyasal özellikleri

İşlem	Nem içeriği (%)	Karotenoid content (µg/g)	Total fenol (mg/100g)	Total flavonoid (mg/100g)	Antioksidan aktivite (%)
Kontrol	89.71 ± 1.38*a	124.31 ± 0.02d	63.61 ± 0.01d	27.67 ± 0.00e	20.72 ± 0.01e
Havada kurutulmuş	7.59 ± 1.23d**	124.45 ± 0.02d	124.72 ± 0.02a	4871.00 ± 0.00a	80.18 ± 0.00ab
Fırın (45°C)	8.23 ± 0.18c	125.48 ± 0.00c	56.67 ± 0.01e	556.00 ± 0.00d	77.78 ± 0.01d
Fırın (60°C)	10.95 ± 1.90b	137.54 ± 0.03a	102.50 ± 0.01c	2654.33 ± 0.02c	80.54 ± 0.00a
Fırın (90°C)	5.68 ± 0.29e	133.18 ± 0.02b	110.14 ± 0.01b	3411.00 ± 0.02b	79.58 ± 0.00c

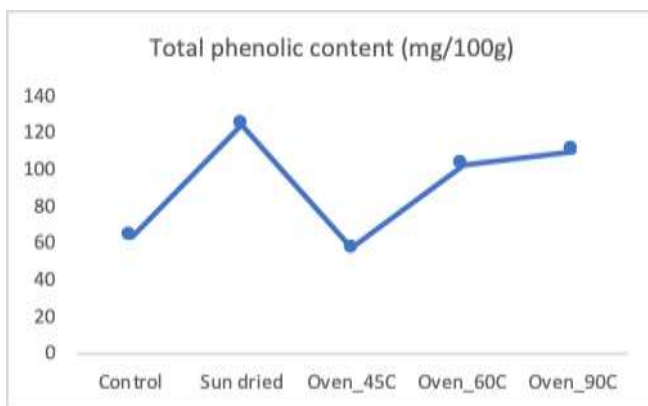
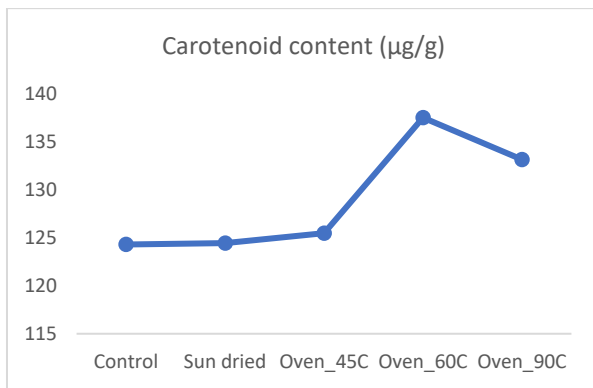
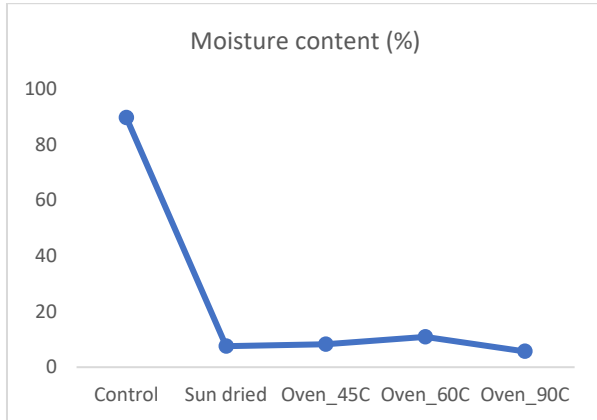
\*standart sapma; \*\* farklı harflerle takip edilen her sütundaki değerler, P < 0,05'te önemli ölçüde farklıdır.

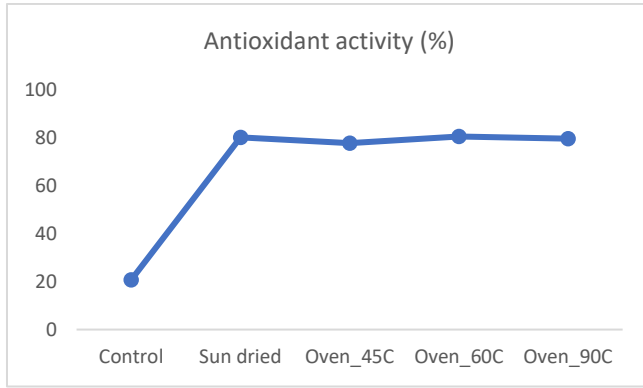
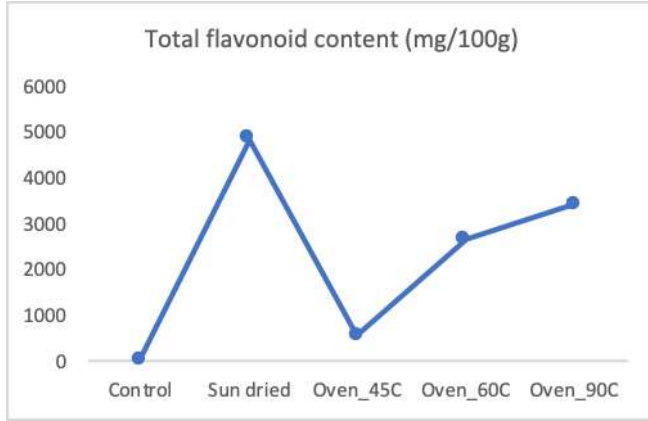


Table 2. Phenolic compounds of dill samples dried in air and oven (mg/100g)

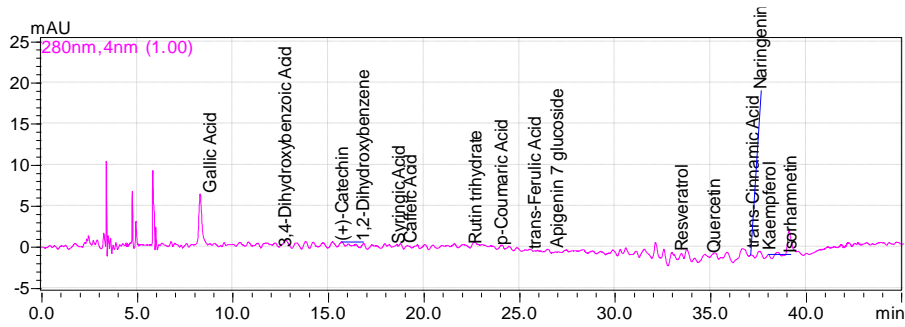
Fenolik bileşenler	Kontrol	Havada kurutulmuş	Fırın (45 °C)	Fırın (60°C)	Fırın (90°C)
Gallik asit	17.09 ± 1.20*b	128.35 ± 1.76a	10.17 ± 0.88d	4.46 ± 0.40e	16.08 ± 0.00c
3.4-Dihydroxybenzoik asit	4.44 ± 0.71e**	24.50 ± 0.48a	13.12 ± 1.92b	6.56 ± 0.74d	11.16 ± 0.87c
(+)-Kateşin	7.56 ± 0.75e	30.39 ± 1.90b	27.97 ± 1.10c	17.82 ± 3.15d	56.56 ± 0.00a
1.2-Dihydroxybenzene	5.87 ± 0.19e	28.85 ± 1.08b	34.32 ± 5.95a	17.50 ± 1.04d	27.78 ± 0.29a
Syringik asit	1.46 ± 0.28e	3.96 ± 0.10d	12.03 ± 1.14ab	12.68 ± 0.90a	9.86 ± 0.46c
Kaffeik asit	1.86 ± 0.35de	1.95 ± 0.33d	10.03 ± 0.95b	7.79 ± 0.61c	11.72 ± 0.01a
Rutin trihydrate	1.71 ± 0.44e	306.66 ± 7.83a	21.28 ± 3.67b	3.19 ± 0.46d	17.55 ± 1.32c
<i>p</i> -Kumarik asit	0.19 ± 0.04d	1.46 ± 0.27c	2.46 ± 0.56b	14.60 ± 3.07a	1.41 ± 0.05c
<i>trans</i> -Ferulik asit	0.62 ± 0.21e	1.37 ± 0.25d	20.04 ± 1.55b	10.15 ± 0.93c	242.74 ± 3.03a
Apigenin 7 glukosit	0.47 ± 0.08d	7.37 ± 2.74b	7.21 ± 1.01b	2.56 ± 0.10c	28.54 ± 0.86a
Resveratrol	1.14 ± 0.02c	0.85 ± 0.04d	1.50 ± 0.29b	4.67 ± 1.16a	1.46 ± 0.06bc
Kersetin	5.52 ± 0.65e	6.86 ± 0.91d	10.79 ± 0.28c	11.11 ± 1.42b	25.17 ± 0.69a
<i>trans</i> -Sinnamik asit	1.27 ± 0.14d	2.30 ± 0.26b	2.94 ± 0.33a	0.66 ± 0.01e	1.42 ± 0.49c
Naringenin	0.89 ± 0.04e	4.72 ± 1.30a	2.56 ± 0.27b	2.30 ± 0.27c	1.80 ± 0.00d
Kaempferol	3.26 ± 0.25d	4.14 ± 0.08c	5.46 ± 1.17b	ND***	14.21 ± 0.57a
Isorhamnetin	1.18 ± 0.18e	1.25 ± 0.08d	5.92 ± 0.24b	7.95 ± 0.76a	4.19 ± 0.70c

\*standart sapma;\*\* farklı harflerle takip edilen her satırdaki değerler, P < 0,05'te önemli ölçüde farklıdır.;\*\*\*ND: teşhis edilmemiş.

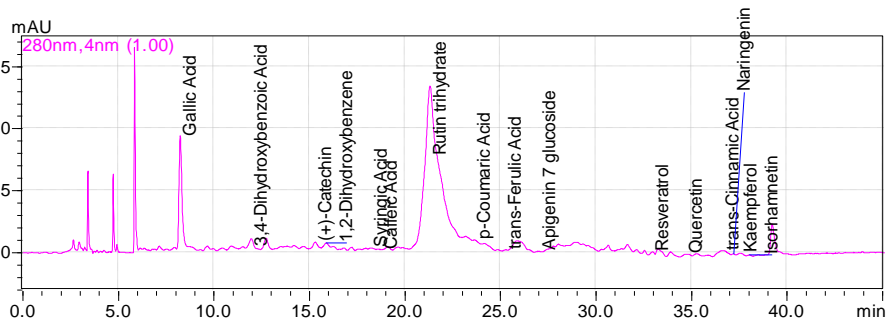




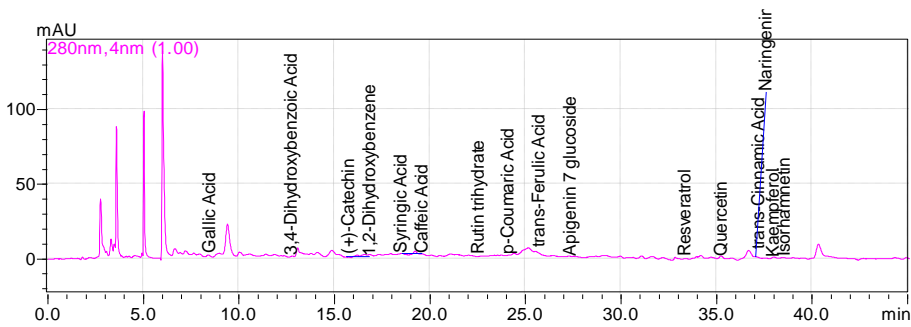
Şekil 1. Havada ve fırında kurutulan dereotu örneklerinin fiziko-kimyasal ve biyoaktif özellikleri



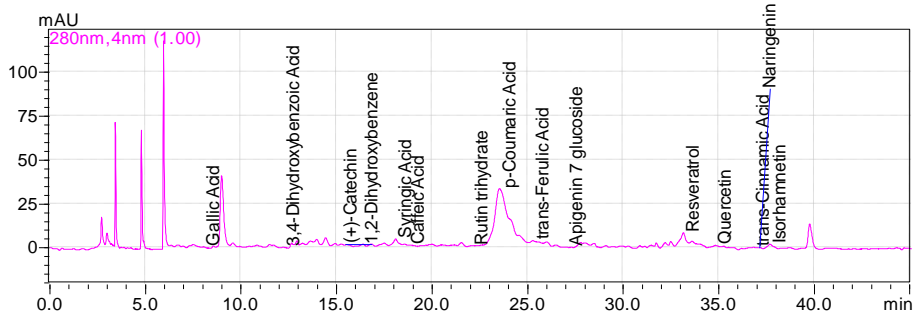
Dereotu(kontrol)



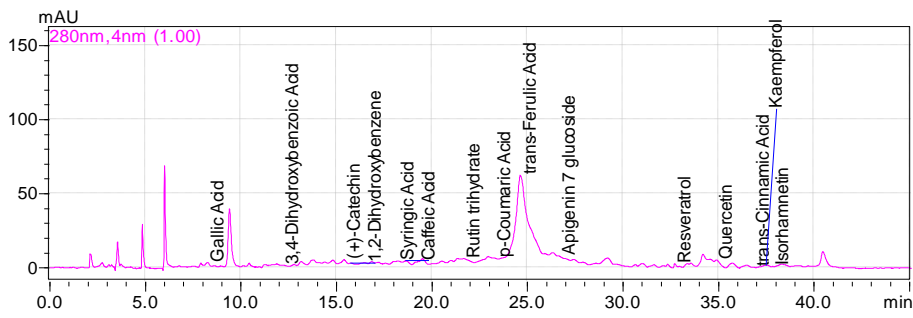
Havada kurutma



Firin-45 °C



Fırın-60 °C



Fırın-90 °C

Şekil 2. Havada ve fırında kurutulmuş dereotu yapraklarının fenolik kromatogramları

## MİKRODALGA DEHİDRASYONUNUN TAZE YABANI ARMUT MEYVELERİNİN BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİ, ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ VE POLİFENOL PROFİLLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

**Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN\*, Doç. Dr. Nurhan Uslu**

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 42031 Konya, Türkiye;

ORCID.org/0000-0002-5024-9512

ORCID.org/0000-0002-1392-8604

### ÖZET

Bu çalışmada, taze ve kurutulmuş yabani armut meyvelerinin fenolik bileşikleri ve biyoaktif özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Taze ve kurutulmuş yabani armut meyveleri sırasıyla %63.43 ve %3.68 nem, 1.01 ve 2.60 µg/g toplam karotenoid, 129.35 ve 964.46 mg GAE/100g toplam fenol ve 124.64 ve 2791.07 mg/100g toplam flavonoid içermiştir. Ayrıca taze ve kurutulmuş yabani armut meyvelerinin antioksidan aktiviteleri sırasıyla 5.00 ve 10.11 mmol/kg olarak belirlenmiştir. Yabani armut meyve örneklerinin kurutma süresince nem miktarları azalırken toplam karotenoid, fenolik içerik, flavonoid içerikleri ve antioksidan aktiviteleri artmıştır. Taze ve kurutulmuş yabani armutlarda gallik asit ve 3,4-dihidroksibenzoik asit miktarları sırasıyla 20.10 (taze) ve 9.80 mg/100g (720 W) ile 16.47 (taze) ve 25.43 mg/100g (720W) olarak tespit edilmiştir. Buna ilaveten, taze ve kurutulmuş yabani armut örneklerinin kateşin içerikleri 19.77 (taze) ve 21.64 mg/100g (720 W) olarak tespit edilirken, taze ve kurutulmuş yabani armutlarda kafeik asit miktarları sırasıyla 3.66 (taze) ile 6.23 mg/100g (720 W) olarak saptanmıştır. Kurutulmuş yabani armut örneğinin fenolik bileşen miktarları taze olana göre (gallik asit hariç) daha yüksek bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** yabani armut meyvesi, kurutma, biyoaktif özellikler, fenolik bileşikler, HPLC

## **EFFECT OF MICROWAVE DEHYDRATION ON BIOACTIVE COMPOUNDS, ANTIOXIDANT ACTIVITY AND POLYPHENOL PROFILES OF FRESH WILD PEAR FRUITS**

### **ABSTRACT**

In this study, changes in bioactive properties and phenolic compounds and fresh and dehydrated wild pear fruits were investigated. Fresh and dried wild pear fruits contained 63.43 and 3.68% moisture, 1.01 and 2.60 µg/g total carotenoid, 129.35 and 964.46 mg GAE/100g total phenol and 124.64 and 2791.07 mg/100g total flavonoid, respectively. Also, the antioxidant activities of fresh and dried wild pear fruits were 5.00 and 10.11 mmol/kg, respectively. While the moisture amounts of wild pear fruit samples decreased during drying, total carotenoid, phenolic content, flavonoid contents and antioxidant activities increased. Gallic acid and 3,4-dihydroxybenzoic acid amounts of fresh and dried wild pears were identified between 20.10 (fresh) and 9.80 mg/100g (720 W) to 16.47 (fresh) and 25.43 mg/100g (720W), respectively. Also, while catechin contents of fresh and dried wild pear samples vary between 19.77 (fresh) 21.64 mg/100g (720 W), caffeic acid amounts of fresh and dried wild pears were detected between 3.66 (fresh) and 6.23 mg/100g (720 W). The phenolic component amounts of the dried wild pear sample were higher than the fresh one (except gallic acid).

**Key words:** wild pear fruit, drying, bioactive properties, phenolic compounds, HPLC

### **Introduction**

*Pyrus elaeagnifolia*, Türkiye'nin Ankara, Antalya, Bolu, Konya, Mersin ve Van gibi illerinde yaygın olarak yetiştirilen Rosaceae familyasına ait bir yabancı armut türüdür. Yaygın olarak armut olarak bilinen yabancı armutun meyvesi olgunlaşmış hasat edildikten sonra hemen yumuşar ve yenilebilir hale gelir. Armut konservesi olarak yaygın olarak tüketilmesinin yanı sıra bazen salamura ve kuru olarak da tüketilmektedir (Baltaş, 2017). Yabancı armutun yayılış alanı Ukrayna, Güneydoğu Avrupa ve Türkiye'dir. Yabancı armut kendi kendine büyüyen bir ağaç olarak dikkat çekiyor. Ayrıca ağaçta yetişen armut meyvesinin insan sağlığı açısından da pek çok faydası bulunmaktadır. Ağacından toplanan armutlar hem taze hem de kurutulmuş olarak yenilebilir. Yabancı armut ağacının meyvesi oldukça acı bir tada sahiptir. Genelde küçük bir ağaç olan armut ağacının boyu 3 ile 10 metre arasında değişebilmektedir. Nisan ayında çiçek açan yabancı armut ağacının meyvesi sonbaharda olgunlaşarak tüketime hazır hale gelir (Dumanoğlu ve ark. 1999; Kartal 2013; Öztürk ve ark. 2015; Tanrıöven ve Ekşi, 2005). Yabancı armut, çeşitli

alıç (Crataegus) türleri ile birlikte orman açıklıklarında, kurak yerlerde, bozkırlarda ve özellikle ormanlardan açılan tarlalarda yaygın olarak bulunur. Meyvesi sonbaharda tamamen olgunlaşır ve rengi kahverengiye döner (Kartal 2013). İçeriğinde diyet lifi, mineraller, C vitamini ve organik asitlerin bulunması yabani armut meyvesinin iyi bir besin kaynağı olarak kullanılmasına neden olmaktadır (Chen ve ark. 2007a). Meyve ve sebzelere eşsiz bir katı tat verebilen ve gıdalarda renk değişimine neden olabilen fenolik bileşikler, bitkilerde yaygın olarak bulunan bitki ikincil metabolitleridir (Öztürk ve ark. 2015; Tanrıöven ve Ekşi, 2005). Ayrıca fenolik bileşiklerin antioksidan, antimutajenik ve antikarsinojenik özelliklere, antibakteriyel, antifungal ve enzim inhibitör etkilerine sahip olduğu gösterilmiştir (Stich ve Rosin, 1984). Meyvelerde fenolik içeriği etkileyen faktörler arasında çeşit, olgunluk aşaması, genetik, yetiştirme uygulamaları ve hasat yılı gibi birçok faktör yer almaktadır (Spanos ve Wrolstad, 1990; Amiot ve ark. 1995; Leccese ve ark. 2012; Dumanoglu ve ark. 2006; Al Juhaimi ve diğerleri 2016). Fenolikler, doku esmerleşmesi, meyve ve türevlerinin lezzet ve renk özelliklerinde rol oynamalarının yanı sıra insan sağlığı metabolizmasında da rol oynamaktadır (Macheix ve ark. 1999; Spanos ve Wrolstad, 1990). Antioksidanlar, vücudu yaşlanma ve kanser, diyabet ve kardiyovasküler bozukluklar gibi hastalıklarla ilişkili çeşitli oksidatif hasar türlerinden korumada oldukça etkilidir (Shobha ve ark. 2014). Sıcak hava kurutmada ısı, ürünlerin yüzeyinden içlerine doğru nüfuz ettiği için ürünün dış tabakasının kurummasına neden olur ve bu durumun zayıf bir ısı iletimi oluşturduğu ve dehidrasyon sürecini engellediği bildirilmiştir (Liu ve ark. 2019). Bu çalışmanın amacı, taze ve kurutulmuş yabani armut meyveleri ile biyoaktif özellikler ve fenolik bileşiklerdeki değişimleri incelemektir.

## **Araç ve yöntemler**

### **Malzeme**

Olgunlaşan yabani armutlar Ekim 2021'de Ankara'dan (Kızılcahamam) temin edildi. Yabani armut örnekleri analitik analizler için plastik torbalarda laboratuvara götürüldü. Yabani armut meyveleri analize kadar +4 oC'de saklandı.

### **Yöntemler**

#### **Isı muamelesi**

Isıl işlem mikrodalga fırında 720W'da 21 dakika süreyle gerçekleştirilmiştir. Numuneler analizlerden önce öğütücü kullanılarak öğütülmüştür.



## **Nem tayini**

Yabani armutların nem miktarı 105°C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tespit edilmiştir.

## **Karotenoid içeriği**

Karotenoidlerin ekstraksiyonu, Silva da Rocha ve arkadaşlarına (2013) göre yapıldı. Bu işlemlerden sonra absorbans 450 nm'de ölçüldü.

## **Ekstraksiyon prosedürü**

Ekstraktlar, Toh ve diğerleri (2013) tarafından belirtilen yönteme göre modifikasyonlarla elde edildi. 1 g öğütülmüş yabani armut 5 ml metanol:su solüsyonu (80:20, v/v) ile karıştırıldıktan sonra 1 dakika vortekste karıştırıldı. Daha sonra karışım ultrasonik banyoda 10 dakika bekletildi. Örnekler 6000 rpm'de 5 dakika santrifüj edildi. Süpernatant uzaklaştırıldı.

## **Toplam fenolik içerik**

Yoo ve arkadaşlarına (2004) göre ekstraktların toplam fenolik içeriklerini belirlemek için Folin-Ciocalteu (FC) reaktifi kullanıldı. Numunenin absorbansı 750 nm'de kaydedildi. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g olarak verilmiştir.

## **Toplam flavonoid içeriği**

0.3 ml NaNO<sub>2</sub>, 0.3 ml AlCl<sub>3</sub> ve 2 ml NaOH ekstrakt (1 mL) eklendikten sonra karışım karıştırıldı. Daha sonra karanlıkta 15 dakika bekletildi. Numunenin absorbansı 510 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar mg quercetin (QE)/100g olarak belirtilmiştir (Hogan ve ark., 2009).

## **Antioxidant activity**

The free radical scavenging activity of extracts was found using DPPH (1.1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) (Lee et al., 1998). The results are given as mmol trolox (TE)/kg.

## **Fenolik bileşiklerin tayini**

Yabani armut meyvelerinin fenolik bileşiklerinin kromatografik ayrımı için bir PDA detektörü ve bir Inertsil ODS-3 (5µm; 4.6 x 250mm) kolonu ile donatılmış HPLC (Shimadzu) uygulandı. Pikler, bir PDA detektörü kullanılarak 280°C'de alınmıştır. Numune başına toplam çalışma süresi 60 dakikaydı.

## **İstatistiksel Analizler**

Tüm işlemler üç kez yapıldı ve üçlü analiz verilerinin ortalaması alındı ve varyans analizine tabi tutuldu. Sonuçlar bağımsız taze ve kurutulmuş yabancı armut meyvelerinin ortalama±standart sapması olarak tanımlanmıştır (Püskülcü ve İkiz, 1989).

## Results and Discussion

Taze ve kurutulmuş yabancı armut meyvelerinin kimyasal ve biyoaktif özellikleri (toplam fenol, flavonoid, karotenoid ve antioksidan aktivite) Tablo 1'de gösterilmektedir. Taze ve kurutulmuş yabancı armut meyveleri sırasıyla %63.43 ve %3.68 nem, 1.01 ve 2.60 µg/g toplam karotenoid, 129,35 ve 964,46 mg GAE/100g toplam fenol ve 124,64 ve 2791,07 mg/100g toplam flavonoid içermektedir. Ayrıca taze ve kurutulmuş yabancı armut meyvelerinin antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 5.00 ve 10.11 mmol/kg olarak bulunmuştur. Sonuçlar kurutmaya bağlı olarak bazı farklılıklar göstermiştir. Yabancı armut meyve örneklerinin kurutma süresince nem içerikleri azalırken, toplam karotenoid, fenolik içerik, flavonoid içerikleri ve antioksidan aktiviteleri artmıştır. En yüksek artış ise kurutulmuş yabancı armut örneğinde toplam fenol ve flavonoid değerlerinde gözlenmiştir. Taze ve kurutulmuş armut örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Kurutulmuş yabancı armut örneğindeki yüksek biyoaktif bileşikler ve antioksidan aktivitelerin, muhtemelen kurutma sırasında meyvedeki suyun önemli bir kısmının buharlaşmasından ve ısı işlem sırasında meyvede oluşan maillard reaksiyon ürünlerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Taze ve kurutulmuş yabancı armutların fenolik bileşikleri ve miktar değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Gallik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, kateşin, kafeik asit, rutin ve ferulik asitler, taze ve kurutulmuş yabancı armut numunelerinde bol miktarda bulunan fenolik bileşenlerdir. Taze ve kurutulmuş yabancı armutlarda gallik asit ve 3,4-dihidroksibenzoik asit miktarları sırasıyla 20.10 (taze) ve 9.80 mg/100g (720 W) ile 16.47 (taze) ve 25.43 mg/100g (720W) arasında tespit edilmiştir. Ayrıca taze ve kurutulmuş yabancı armut örneklerinin kateşin içerikleri 19.77 (taze) 21.64 mg/100g (720 W) arasında değişirken, taze ve kurutulmuş yabancı armutlarda kafeik asit miktarları 3.66 (taze) ile 6.23 mg/100g (720 W) arasında saptanmıştır. Taze ve kurutulmuş yabancı armutlarda syringik asit ve rutin miktarları sırasıyla 1.54 (taze) ve 7.79 mg/100g (720 W) ile 1.96 (taze) ve 54.53 mg/100g (720 W) arasında belirlenmiştir. Yabancı armut örneklerinin ferulik asit miktarları 2,5 (taze) ile 9,27 mg/100g (720 W) arasında değişmiştir. Mikrodalgada (MW) kurutulan yabancı armut örneğinde en yüksek p-kumarik asit, resveratrol, kersetin ve kaempferol içerikleri saptanmıştır. Kurutulmuş yabancı armut örneğinin fenolik bileşen miktarları taze olana göre (gallik asit hariç) daha yüksek bulunmuştur (Şekil 1).

Kuru meyvede en yüksek artış rutin bileşeninde belirlendi. Kurutulmuş yabancı armut meyvesinin fenolik bileşenleri ile Tablo 1'de verilen biyoaktif özellikleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla kuru meyvenin fenolik bileşen açısından zengin olduğu ortaya çıkmaktadır. Kurutulmuş meyvelerde fenolik bileşen miktarının yüksek olması, buharlaşma sırasında meyvenin frenk üzümü içeriğinin artması ve fenolik bileşen miktarlarının daha konsantre hale gelmesinden kaynaklanmış olabilir. Öztürk ve diğerleri (2015), armut meyvesinin yenilebilir kısmının 15,8 ve 891,9 mg/kg klorojenik asit, 4,5 ve 258,3 mg/kg kafeik asit, 0,2 ve 3,9 mg/kg p-kumarik asit, 3067,7 ve 15412,0 mg/kg arbutin, 39,3 ve 543,8 mg/kg kateşin, 11,4 ve 243,1 mg/kg epikateşin, 0,03 ve 1,34 mg/kg rutin hidrat ve 0,004 ve 0,418 mg/kg rutin trihidrat içerdiğini rapor etmişlerdir. Leontowicz ve diğerleri (2012), "Blanquilla" armut pulununun 701 mg/kg kafeik asit içerdiğini belirlemiştir. Schieber ve diğerleri (2001), armuttaki dominant fenolik bileşenlerin klorojenik asit, kafeik asit, p-kumaroil kinik asit ve p-kumarik asit, arbutin, bir dizi prosiyanidinler ve flavonol glikozitler olduğunu belirlemiştir. Colaric ve arkadaşları (2006), armut meyvelerinde 11.9 ila 83.09 mg/kg epikateşin teşhis ettiler. Diğer bir çalışmada, Schieber ve arkadaşları (2001) armut meyvelerinde 0.2-0.5 mg/kg rutinhidrat saptamışlardır. Galvis-Sanchez ve diğerleri (2003), armut meyvelerinde 0.11-1.42 mg/kg kuersetin-3-O-rutinosid saptamışlardır. Armutlardaki başlıca fenoliklerin klorojenik asit (2.7-14.1 mg/100g), epikateşin (0.6-8.7 mg/100g), kateşin (yaklaşık 0.05mg/100g) olduğu kaydedilmiştir (Amiot ve ark. 1995). Dondurularak kurutulmuş Asya armut tozu ve sıcak havayla kurutulmuş Asya armut tozu, sırasıyla 10.02 ve 9.01 mg/100g (dw) klorojenik asit ve 20.01 ve 18.68 mg/100g (dw) p-kumarik asit içermiştir (Jiang ve ark. 2019). Salta ve arkadaşları (2010), beş taze armut çeşidinde 4.4-7.7 mg/100g gallik asit, 1.2-10.3 mg/100g (+)-kateşin, 4.3-62.4 mg/100g klorojenik asit, 3.5-12.9 mg/100g kafeik asit, 5.4-24.7 mgmg/100g syringik asit, .6-9.2 mg/100g kumarik asit, ve 3.3-22.3 mg/100g ferulik acid belirlemiştir. Başlıca armutta bulunan klorojenik asit, arbutin ve epikateşin, meyve ve ürünlerde antioksidan veya renklendirici faktör olarak görev yapmaktadır (Spanos ve Wrolstad, 1990; Amiot ve ark. 1995; Oleszek ve ark. 1994; Öztürk ve ark. 2015). Sonuçlar, yabancı armut meyveleri üzerinde önceki çalışmaların sonuçlarına kıyasla bazı farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıklar muhtemelen çeşit, lokasyon, hasat zamanı, yetiştirme uygulamaları, zararlılar ve hastalık türleri ve iklim faktörlerine göre olabilir.

## Sonuç

-Sonuçlar kurutmaya bağlı olarak bazı farklılıklar göstermiştir.

- Yabani armut meyve örneklerinin kurutma süresince nem içerikleri azalırken, toplam karotenoid, fenolik içerik, flavonoid içerikleri ve antioksidan aktiviteleri artmıştır.
- En yüksek artış ise kurutulmuş yabani armut örneğinde toplam fenol ve flavonoid içeriklerinde gözlenmiştir.
- Kuru meyvede en yüksek artış rutin bileşeninde belirlendi.
- Kuru yabani armut meyvesinin fenolik bileşenleri ile biyoaktif özellikleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu gözlenmiştir.
- Yabani armutta kurutma sırasında enzimlerin inhibisyonu sonucunda meyvelerin fenolik bileşenlerinin bozulmadan stabil kaldığı ve miktarlarının arttığı görülmüştür.

## ORCID

Mehmet Musa Özcan: <https://orcid.org/0000-0002-5024-9512>

## Kaynaklar

- Al Juhaimi, F., Uslu, N., Özcan, M.M., Babiker, E. E., Ghafoor, K. 2016. Effect of drying on antioxidant activity, total phenol and mineral contents of pear fruits. Arch Lebensmittelhyg 67, 164–167.
- Amiot, M.J., Tacchini, M., Aubert, S.Y., Oleszek, W. 1995. Influence of cultivar, maturity stage, and storage conditions on phenolic composition and enzymatic browning of pear fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 43, 1132–1137.
- Baltas, N. 2017 Investigation of a wild pear species (*Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaeagnifolia* Pallas) from Antalya, Turkey: polyphenol oxidase properties and anti-Xanthine oxidase, anti-urease, and antioxidant activity. International Journal of Food Properties, 20: 585-595,
- Chen, J. L., Wang, Z. F., Wu, J. H., Wang, Q., Hu, X. S. 2007. Chemical compositional characterization of eight pear cultivars grown in China. *Food Chemistry*, 104,268–275.

- Colaric, M.; Stampar, F.; Solar, A.; Hudina, M. 2006. Influence of branch bending on sugar, organic acid, and phenolic content in fruits of “Williams” pears (*Pyrus communis* L.).  
*Journal of Science Food and Agriculture* 86, 2463–2467.
- Dumanoglu, H., Tuna Gunes, N., Erdogan, V., Aygun, A., San, B. 2006. Clonal selection of a winter-type European pear cultivar “Ankara” (*Pyrus communis* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30, 355–363.
- Dumanoglu, H., Aygun A., Alay A., Guney N.T., Ozkaya M.T. 1999. Ahlatin (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) Yeşil Çeliklerinde Köklenme ve Sürme Üzerine Çelik Alma Zamanı, IBA ve Putrescine’in Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **23**, 559-565.
- Galvis-Sanchez, A., Gil-Izquierdo, A., Gil, M.I. 2003. Comparative study of six pear cultivars in terms of their phenolic and vitamin C contents and antioxidant capacity.  
*Journal of Science Food and Agriculture* 83, 995–1003.
- Hogan, S., Zhang, L., Li, J., Zoecklein, B., Zhou, K. 2009. Antioxidant properties and bioactive components of Norton (*Vitis aestivalis*) and Cabernet Franc (*Vitis vinifera*) wine grapes. *LWT - Food Sci. Technol.* 42,1269–1274.
- Jiang, G.-H., Lee, K.-C., Ameer, K., Eun, J.-B. 2019. Comparison of freeze-drying and hot air-drying on Asian pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai ‘Niitaka’) powder: changes in bioaccessibility, antioxidant activity, and bioactive and volatile compounds. *J Food Sci Technol* (June 2019) 56(6):2836–2844.
- Kartal E. 2013) Ahlat ve Kozalak Meyvelerinin Yüksek Lifli Tahıl Ürünlerinde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Leccese, A., Bartolini, S., Viti, R. 2012. Genotype, harvest season, and cold storage influence on fruit quality and antioxidant properties of apricot. *International Journal of*

Food Properties 15, 864–879.

Leontowicz, H., Gorinstein, S., Lojek, A., Leontowicz, M., Ciz, M., Soliva-Fortuny, R.

2002. Comparative content of some bioactive compounds in apples, peaches, and pears and their influence on lipids and antioxidant capacity in rats. *Journal Nutrition Biochemistry* 13, 603–610.

Biochemistry 13, 603–610.

Lee, S.K., Mbwambo, Z. H., Chung, H.S., Luyengi. L., Games. E. J.C., Mehta. R.G. 1998. Evaluation of the antioxidant potential of natural products. *Combinational Chemistry and High Throughput Screening* 1. 35-46.

Liu, H., Liu J, Lv Z, Yang W, Zhang C, Chen D, Jiao Z. 2019). Effect of dehydration techniques on bioactive compounds in hawthorn slices and their correlations with antioxidant properties. *J Food Sci Technol* 56(5):2446–2457.

Oleszek, W., Amiot, M.J., Aubert, S.Y. 1994. Identification of some phenolics in pear fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42, 1261–1265.

Öztürk,A., Demirsoy, L., Demirsoy, H., Asan, A., Gül, O. 2015. Phenolic compounds and chemical characteristics of pears (*Pyrus communis* L.). *International Journal of Food Properties*, 18, 536-546,

Püskülcü, H., İkiz, F. 1989. *Introduction to Statistic*. Bilgehan Press. p333. Bornova. İzmir, Turkey. (in Turkish)

Salta, J., A. Martins, R.G. Santos, N.R. Neng, J.M.F. Nogueira, J. Justino, and A.P. Rauter. 2010. Phenolic composition and antioxidant activity of Rocha pear and other pear Cultivars-A comparative study. *J. Funct. Foods* 2(2):153–157.

Schieber, A., Keller, P., Carle, R. 2001. Determination of phenolic acids and flavonoids of apple and pear by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*



A 910, 265–273

Silva da Rocha, A., Rocha, E.K., Alves, L.M., Amaral de Moraes, B., Carvalho de Castro, T. and Albarello, N., Simoes-Gurgel, C. 2013. Production and optimization through elicitation of carotenoid pigments in the in vitro cultures of *Cleome rosea* Vahl (Cleomaceae). J. Plant Biochem. Biotechnol., Doi: 10.1007/s13562-013-0241-7.

Spanos, G.A.; Wrolstad, R.E. 1990. Influence of variety, maturity, processing, and storage on the phenol composition of pear juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry 38, 817–824.

Stich, H.F., Rosin, M.P. 1984. Naturally occurring phenolics as antimutagenic and anticarcinogenic. In: *Nutritional and Metabolic Aspects of Food Safety*; Friedman, M.; Ed.; Plenum Press: New York, pp.1–20.

Tanriöven, D., Eksi, A. 2005. Phenolic compounds in pear juice from different cultivars. Food Chemistry 93, 89–93.

Toh, J.J., Khoo, H.E., and Azrina, A. 2013. Comparison of antioxidant properties of pomelo (*Citrus grandis* (L) Osbeck) varieties. International Food Research Journal, 20(4), 1661-1668.

Yoo, K.M., Lee, K.W., Park, J.B., Lee, H.J., Hwang, I.K. 2004. Variation in major antioxidants and total antioxidant activity of Yuzu (*Citrus junos* SiebexTanaka) during maturation and between cultivars. Journal of Agricultural Food Chemistry 52. 5907–5913.

Tablo 1. Taze ve kurutulmuş yabancı armutların nem içerikleri ve biyoaktif özellikleri

İşlem	Nem (%)	Karotenoid içeriği (µg/g)	Toplam fenol (mg/100g)	Toplam flavonoid (mg/100g)	Antioksidan aktivite (mmol/kg)
Kontrol (Taze)	63.43 ± 1.18*a	1.01 ± 0.00b	129.35 ± 8.94b	124.64 ± 11.38b	5.00 ± 0.11b
720W	3.68 ± 0.33b**	2.60 ± 0.00a	964.46 ± 68.28a	2791.07 ± 145.30a	10.11 ± 0.01a

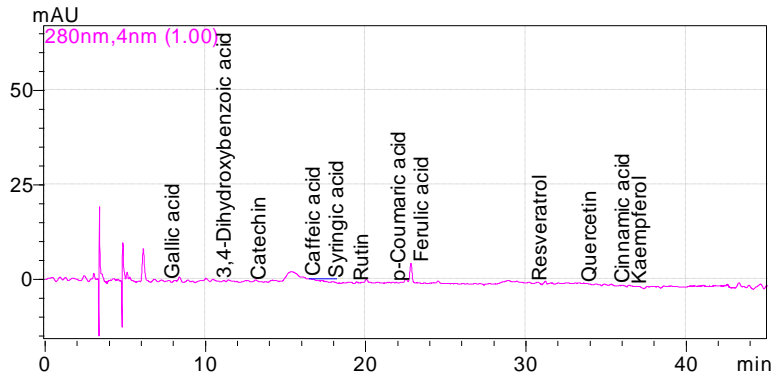
\*standart sapma; \*\* farklı harflerle takip edilen her sütundaki değerler, P < 0,05'te önemli ölçüde farklıdır.



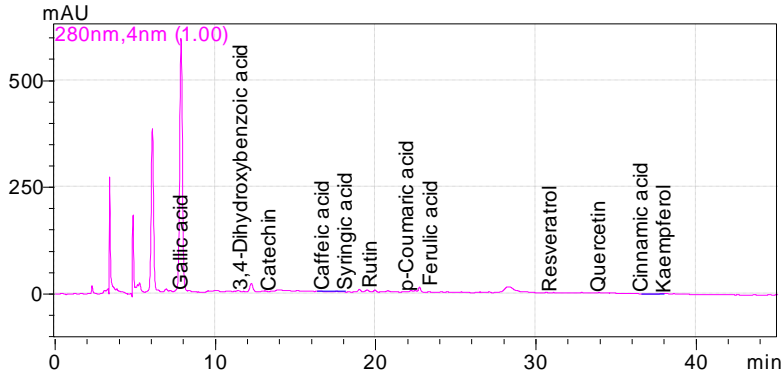
Tablo 2. Taze ve kurutulmuş yabani armutların fenolik bileşenleri (mg/100g)

Fenolik Bileşenler	Kontrol	720W
Gallik asit	20.10 ± 0.83*a	9.80 ± 1.22b**
3.4-Dihydroxybenzoik asit	16.47 ± 1.73b	25.43 ± 2.36a
Keteşin	19.77 ± 2.52b	21.64 ± 4.45a
Kefeik asit	3.66 ± 0.30b	6.23 ± 0.97a
Syringik asit	1.54 ± 0.08b	7.79 ± 0.95a
Rutin	1.96 ± 0.10b	54.53 ± 9.66a
<i>p</i> -Kumarik asit	0.11 ± 0.02b	3.22 ± 0.43a
Ferulik asit	2.50 ± 0.02b	9.27 ± 0.63a
Resveratrol	0.22 ± 0.03b	2.43 ± 0.41a
Kersetin	0.44 ± 0.04b	7.60 ± 1.30a
Sinamik asit	0.16 ± 0.03b	0.65 ± 0.06a
Kaempferol	0.59 ± 0.08b	1.98 ± 0.39a

\*standart sapma;\*\* farklı harflerle takip edilen her satırdaki değerler, P < 0,05'te önemli ölçüde farklıdır.



Taze yabani armut



Kurutulmuş yabani armut (Mikrodalga fırın-720 W)

Şekil 1. Taze ve kurutulmuş yabani armutların fenolik kromatogramları

## BİYOLOJİK DENİTRİFİKASYONA BAKIR ETKİSİNİN KESİKLİ ÜNİTELERDE İNCELENMESİ

ŞÜKRÜ ASLAN<sup>1</sup>, CANDAN TAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Böl. 58140, Türkiye,  
saslan@cumhuriyet.edu.tr - 0000-0001-8735-8029

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Böl. 58140, Türkiye  
candankelek@gmail.com

### ÖZET

Günümüzde su kaynaklarının kirlenmesi en önemli çevre sorunlarından birisidir. Endüstriyel atıksular, genellikle arıtma tesislerinin verimliliğini azaltan ağır metaller içerir ve çevre üzerindeki toksik etkileri nedeniyle büyük endişe kaynağıdır. Arıtılmamış veya yeterince arıtılmamış evsel/endüstriyel atıksuların, su kaynaklarına deşarjı, basit bitkilerin aşırı büyümesine yol açan ötrofikasyona neden olur. Olumsuz etkilerden dolayı azot bileşikleri (NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>x</sub>-N) çevreye verilmeden önce atıksulardan uzaklaştırılmalıdır. Yüzey suyunda ve özellikle yeraltısuyunda NO<sub>3</sub>-N derişimleri dünyanın birçok yerinde artmıştır. Bu çalışmada NO<sub>3</sub>-N'in atıksulardan giderilmesinde Cu<sup>+2</sup> etkisini belirlemek için ön deneyler yapılmıştır. İşletim koşullarında, çalışılan tüm Cu<sup>+2</sup> derişimlerinde biyolojik denitrifikasyon gözlenmiştir. Kontrol ünitesiyle karşılaştırıldığında, 1 mg Cu<sup>+2</sup>/L derişiminde NO<sub>3</sub>-N giderme hızında farklılık gözlenmedi. 4 günlük işletimde yaklaşık %90 NO<sub>3</sub>-N giderimi elde edildi. Denitrifikasyon hızı, yüksek Cu<sup>+2</sup> derişimlerinde düşerken, tam NO<sub>3</sub>-N giderimi için gerekli reaksiyon süresi artmıştır. Yüksek Cu<sup>+2</sup> derişimlerinde kısmi denitrifikasyon nedeniyle, ünitelerde NO<sub>2</sub><sup>-</sup> birikimi gözlenmiştir. Bununla birlikte, işlem sonunda NO<sub>2</sub><sup>-</sup> derişimi azalmıştır. İncelenen derişimlerinde Cu<sup>+2</sup>'in denitrifikasyon organizmaları üzerindeki uyarıcı etkileri belirlenmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bakır, denitrifikasyon, kesikli biyoreaktör, nitrat, nitrit.

### INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COPPER ON BIOLOGICAL DENITRIFICATION IN BATCH UNITS

#### ABSTRACT

Nowadays, pollution of water resources is one of the most important environmental problems. Industrial wastewaters commonly contains heavy metals which usually reduce treatment plants'

efficiency and they are great concern due to the toxic effects on the environment. Discharge of untreated or inadequately treated municipal/industrial wastewaters into the water sources is caused the eutrophication, which leading to plentiful growth of simple plant. Because of negative affect, nitrogen compounds ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_x\text{-N}$ ) should be removed from the wastewater before it is discharged to the environment.  $\text{NO}_3\text{-N}$  concentrations in the surface water and especially in groundwater have increased in many locations in the world. Experimental studies were carried out to determine the effects  $\text{Cu}^{2+}$  on the removal of  $\text{NO}_3^-$  from the waters. Experiment was planned to in order to obtain preliminary data for our future studies. Biological denitrification was observed at the studied copper concentrations under the operational conditions. Compared to the control unit, the difference of  $\text{NO}_3\text{-N}$  removal rate was not observed at the concentration of 1 mg  $\text{Cu}^{2+}/\text{L}$ . At low  $\text{Cu}^{2+}$  concentration about %90  $\text{NO}_3\text{-N}$  was removed in 4 days of operation. The denitrification rate decreased at high  $\text{Cu}^{2+}$  concentrations and the complete  $\text{NO}_3\text{-N}$  removal took longer times than at low concentrations. Because of incomplete denitrification at high  $\text{Cu}^{2+}$  concentrations,  $\text{NO}_2^-$  accumulation was observed in the units. However,  $\text{NO}_2^-$  concentration decreased at the end of the process. Stimulation effects of copper on the denitrification organisms was not determined for the studied concentrations.

**Keywords:** Copper, denitrification, batch reactor, nitrate, nitrite

## 1. GİRİŞ

Yaşam için temel öneme sahip suya gereksinim zamanla arttığından, ülkeler mevcut kaynakların kullanım kapsamını ve arzını kademeli olarak artırmaktadır. İnsan ihtiyaçlarının çeşitlenmesi ve artan nüfus gereksinmelerini karşılamak için üretimin artması sonucu atıksu hacmi yükselmiştir. Atıksuların yetersiz veya hiç arıtılmadan alıcı su ortamlarına verilmesi sonucu yüzey ve yeraltıları kirlenmektedir. Suların kirlilik seviyeleri farklılık gösterebilir, ancak sorun dünyanın çoğu yerinde ciddidir.

Azot, tüm canlıların temel bir bileşeni olmasına rağmen karasal ve su ortamlarında olduğu kadar atmosferdeki belirli azot türlerinin aşırı derişimlerde bulunması önemli çevre sorunlarına yol açabilmektedir. Gübreler veya hayvan gübresi yoluyla uygulanan azot, toprakta yaşayan bakteriler tarafından bitkinin kullanabileceği  $\text{NO}_3^-$ 'a dönüştürülür.  $\text{NO}_3^-$ , insan ve hayvan sağlığı üzerindeki etkileri nedeniyle önemli çevre sorunlarından birisi olarak değerlendirilmektedir.

Dünyanın birçok yerinde özellikle yeraltılarında  $\text{NO}_3\text{-N}$  derişimleri artmıştır. Yoğun tarımsal faaliyetlerle karakterize edilen kırsal alanlar, yeraltısu nitrat kirlenmesine en duyarlı yerlerdir.  $\text{NO}_3\text{-N}$  kirliliği sorununa katkıda bulunan tarımsal faaliyetler hayvancılık ve azot bazlı gübrelerin aşırı uygulanmasıdır.

Yeterli ayrışabilir organik madde mevcut olduğunda, toprak bakterileri immobilizasyon adı verilen bir süreçle önemli miktarda  $\text{NO}_3^-$ 'ı uzaklaştırabilir.  $\text{NO}_3^-$ , bu hareketsizleştirme süreci yoluyla toprak organik maddesinin bir parçası haline gelir. Başka bir bakteri grubu, sınırlı oksijen bulunan ortamlarda oksijen yerine  $\text{NO}_3^-$  kullanır. Ekinler tarafından alınmayan veya bakteriler tarafından toprak organik maddesine sabitlenmeyen veya denitrifikasyon ile

atmosferik gazlara dönüştürülmeyen  $\text{NO}_3^-$ , kök bölgesinden sızabilir ve muhtemelen yeraltısularına karışabilir.  $\text{NO}_3^-$ , suda yüksek oranda çözünür ve bu nedenle topraktan yeraltısularına geçme eğilimindedir (Thompson, 2001).

İçme suyunda yüksek derişimde bulunduğunda metamoglobinemi, mide kanseri, guatr, doğum kusurları ve hipertansiyon gibi bir dizi sağlık bozukluğuna neden olur. İçme suyunda, tiroid bezinin hipertrofisinden 15 farklı kanser türüne, doğum kusurlarından yetişkinlerde hipertansiyona kadar pek çok şüpheli sağlık riskinden; Bebeklerde methemoglobinemi en ikna edici kanıtlara sahiptir (Fan ve Steinberg, 1996; Mirvish, 1991; Morales Suarez Varela vd., 1995).

Azot formlarının yol açtığı sorunları gidermek için su kaynaklarından uzaklaştırılması gerekmektedir. Azot bileşiklerinin gideriminde hava sıyırma, iyon değişimi, ters ozmoz, kırılma noktası klorlaması, nitrifikasyon ve denitrifikasyon yöntemleri uygulanmaktadır (Burghate ve Ingole 2014). Bununla birlikte, bu süreçlerin, bazılarının nispeten ekonomik olmaması ve kirleticilerin konsantrasyonu edilmesi nedeni ile faydaları sınırlı kalmıştır (Aslan, 2002). Bu nedenle, atıksuların uygun maliyetli bir yöntemle  $\text{NO}_3^-$  uzaklaştırmak için alternatif arıtma tekniklerinin geliştirilmesine büyük ilgi vardır.

Yüksek azot derişimlerini içeren atıksuların arıtımında nitrifikasyon–denitrifikasyon süreçleri yaygın olarak uygulanmaktadır. Nitrifikasyon ile  $\text{NH}_4\text{-N}$  aerobik koşullarda  $\text{NO}_3\text{-N}$ 'e oksitlenirken, oluşan  $\text{NO}_3\text{-N}$  anoksik ortam koşullarında heterotrofik organizmalar tarafından  $\text{N}_2$  gazına kadar dönüştürülmektedir. Organik madde ve azot bileşiklerinin birlikte giderildiği biyolojik süreçlerde, denitrifikasyon için gerekli organik karbon giriş atıksuyundan sağlanmaktadır.

$\text{NO}_3\text{-N}$  gideriminde biyolojik denitrifikasyon, en ekonomik ve çevreye duyarlı olmasının yanı sıra büyük ölçekte uygulanabilir olmasıyla öne çıkan yöntem olarak belirtilmektedir (Burghate ve Ingole 2014; Green, vd., 1994; Mohsani–Bandpi vd., 1999; Volokita vd., 1996). Denitrifikasyon, elektron taşıma fosforilasyon faaliyetleriyle bağlantılı olan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve nitritin ( $\text{NO}_2^-$ ), gaz halindeki ürünler olan nitrik oksit (NO), nitroz oksit ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ve azot gazına ( $\text{N}_2$ ) solunumla indirgenmesini ifade eder (Wang vd., 2013). Denitrifikasyon,  $\text{NO}_2^-$  ve  $\text{NO}_3^-$ 'in kemoorganototrofik, litotrofik ve fototrofik bakteriler tarafından moleküler azot gazına veya azot gazlarına indirgendiği kademeli enzimatik anoksik indirgenme sürecidir (Kyambadde, 2005). Bu basamakların her biri ayrı enzim sistemi tarafından katalizlenmektedir. Enzimlerin sentezi anaerobik şartlarda gerçekleşse de bazı durumlarda düşük miktarda oksijenin gerekebileceği belirtilmiştir. Denitrifikasyon sürecinde,  $\text{NO}_2^-$  mevcut olduğunda denitrifikasyon işlemi kısmen tamamlanmıştır (Neal, 1992). Mikrobiyal denitrifikasyon işleminin çoğu, organik bir karbon kaynağı gerektiren heterotrofik bakterilere dayanır, ancak düşük organik karbon içeren içme suyu/atıksu arıtımında mikrobiyal büyüme için harici karbon sağlanmalıdır. Genellikle ham suya sıvı karbon kaynakları eklenir veya mikroorganizmalar, destek partikülleri olarak da kullanılan katı maddelerden organik madde elde edebilir (Aslan, 2003).

Denitrifikasyon süreci, denitrifikasyon tankının, havalandırma tankından önce (pre-denitrifikasyon) veya sonra (post-denitrifikasyon) yerleştirilmesi ile gerçekleştirilebilir. Post-

denitrifikasyon sürecinde, nitrifikasyonun gerçekleştiği havalandırma tankından denitrifikasyon bölümüne, yüksek derişimde  $\text{NO}_2\text{-N}/\text{NO}_3\text{-N}$  ile düşük derişimde organik madde de taşınır. Pre-anoksik (ön-anoksik) süreçte, giriş suyu öncelikle anoksik tanka alınır ve aerobik süreç, anoksik tanktan sonra gerçekleştirilir.

Heterotrofik denitrifikasyon süreci, yüksek denitrifikasyon hızına sahip olmasına rağmen, aşırı biyokütle oluşumu ve organik bileşik derişim ayarlamasının güçlüğü gibi işletim sorunlarına sahiptir (Peng vd., 2016). Uygulamada doğru oranda organik madde ilavesi güç olduğundan organik madde yetersizliğinde  $\text{NO}_2\text{-N}$  birikirken, aşırı organik karbon ilavesi, arıtılmış su içeriğinde organik madde kalıntısı gibi soruna sebep olabilmektedir (Şahinkaya ve Dursun, 2012).

Endüstriyel atıksuların biyolojik arıtımı, ağır metaller gibi toksik bileşimi nedeniyle güçtür (Ozbelge vd., 2007; Wang vd., 2015). İz derişimdeki ağır metaller, mikrobiyal büyüme için gerekliken, yüksek derişimlerde bazı zararlı etkileri vardır (Gikas, 2008). Şok metal yükleri, biyolojik reaktörde organizmaların aktivitesini engeller. Metal derişiminin reaktörde belirli bir sınıra kadar kademeli olarak artması, organizmanın adaptasyonunu sağlar ve inhibisyon etkilerini sınırlar (Aslan ve Gurbuz, 2011). Öte yandan, düşük ağır metal derişiminde, biyolojik aktivite artabilir ve bunun sonucunda biyolojik reaktörden çıkan atık kirletici derişimi azalabilir (Aslan ve Gurbuz, 2011; Bagby ve Sherrard, 1981).

Bakır, endüstriyel atıksularda yaygın olarak bulunmaktadır. Eser derişimlerde mikroorganizmalar için mikro besin olarak tanımlanmasına rağmen yüksek derişimlerde, büyümeyi engellemektedir (Aslan, 2017). Heterotrofik mikroorganizmalar ototrofiklere göre metal engellemesine daha az duyarlı olarak kabul edilir (Campos vd., 1999; Semerci ve Cecen 2006). Bakır, biyokütle membran bütünlüğünün hızlı kaybına etki edebilmektedir (Hu vd., 2003). 0,02–0,9 mg/L aralığında bakır derişimlerinin heterotrofik mikroorganizmalar için toksik olmasına rağmen nitrifikasyon organizmalarına etkisi belirlenememiştir (Madoni vd., 1996). Vismara (1982) ise nitrifikasyon sürecini 0,005–0.5 mg/L arasındaki bakır derişimlerinin inhibe ettiğine bildirmektedir (Juliastuti vd., 2003). 10 mg/L bakır derişiminin oksitlenen amonyak oranı üzerinde bir etkisinin olmadığı, ancak 20 mg/L'den yüksek derişimlerde nitrifikasyon hızının düştüğü belirtilmektedir. Nitrit ve nitrat üretiminin,  $\text{Cu}^{+2}$  derişimi 1,0 mg/L'den düşük olduğunda inhibe edildiği bildirilmiştir (Aslan ve Gurbuz, 2021). 1.0, 2.0, 2.5 ve 5.0 mg Cu/L derişimlerinde atıksuya bakır ilave edildiğinde nitrifikasyonu ve denitrifikasyonu engellediği belirlenmiştir (Neal, 1992). Sedimentte yapılan çalışmada denitrifikasyon hızının  $\text{Cu}^{+2}$ 'dan oldukça etkilendiğini ve 60 µg Cu/g ıslak sedimentte sürecin hemen hemen tamamen engellendiği (%85) gözlenmiştir. Ayrıca,  $\text{Cu}^{+2}$  ilavesi hem  $\text{N}_2\text{O}$  hem de  $\text{NO}_2^-$  birikimini uyarmış ve  $\text{NO}_3^-$  alım hızını engellemiştir (Magalhaes vd., 2011).

Düşük derişimlerde  $\text{Cu}^{+2}$ , mikrobiyal büyümeyi teşvik ederken yüksek derişimlerde biyolojik süreci engellemektedir. Bu çalışmada biyolojik denitrifikasyon sürecine farklı derişimlerde  $\text{Cu}^{+2}$  etkisi, kesikli ünitelerde sürdürülen deneyler ile belirlenmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Aşırı Biyokütle

Atıksu içeriğindeki  $\text{Cu}^{+2}$ 'ın heterotrofik denitrifikasyona etkisini belirlemek için organizma laboratuvarında geliştirilmiştir. Aşı çamur, Sivas atıksu arıtma tesisi biyolojik reaktöründen temin edilmiştir. Biyolojik reaktörün denitrifikasyon bölümünden alınan karışım sıvısı 5L'lik reaktörde laboratuvar koşullarında 3 ay süresince denitrifikasyon bakterileri baskın hale gelinceye kadar Çizelge. 1' de içeriği verilen sentetik atıksu ile beslenmiştir. Sentetik atıksu ile besleme işlemleri yapıldıktan sonra reaktör pH'ı, 1 M NaOH ve 1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $7,0 \pm 0,1$ 'e ayarlanmıştır.

Heterotrofik denitrifikasyon için gerekli organik karbon kaynağı olarak glikoz ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) kullanılmıştır. Besleme suyu C/N oranı 3 olarak daha önceki denitrifikasyon çalışmalarımızda optimum değer olarak tespit edildiğinden çalışmamızda uygulanmıştır. Başlangıç  $\text{NO}_3^-$  derişimi yaklaşık 250 mg/L olarak  $\text{KNO}_3$  (Merck) kullanılarak gerekli miktarda besleme suyuna eklenmiştir. Diğer bileşenler  $\text{NO}_3^-$  derişimi esas alınarak aynı oranlar kullanılmak suretiyle değiştirilmiştir.

3 ay organizma geliştirme süresi tamamlandıktan sonra biyolojik denitrifikasyona  $\text{Cu}^{+2}$  etkisini belirlemek amacıyla Şahit-0,5-1-2,5-5-10 mg/L  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde, 35 °C sıcaklıkta inkübatörde, 6 gün süresince kesikli deneysel çalışmalar  $\geq \%90$   $\text{NO}_3^-$  giderme verimine ulaşıncaya kadar sürdürülmüştür.

**Çizelge 1. Sentetik Atık Su Bileşimi (Aslan ve Dahab, 2008)**

Kimyasal	Derişim (mg/L)
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	4000
$\text{K}_2\text{HPO}_4$	5300
$\text{NaHCO}_3$	32,5
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,816
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,237
$\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,157
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,526
$\text{Na}_2\text{SO}_3$	20

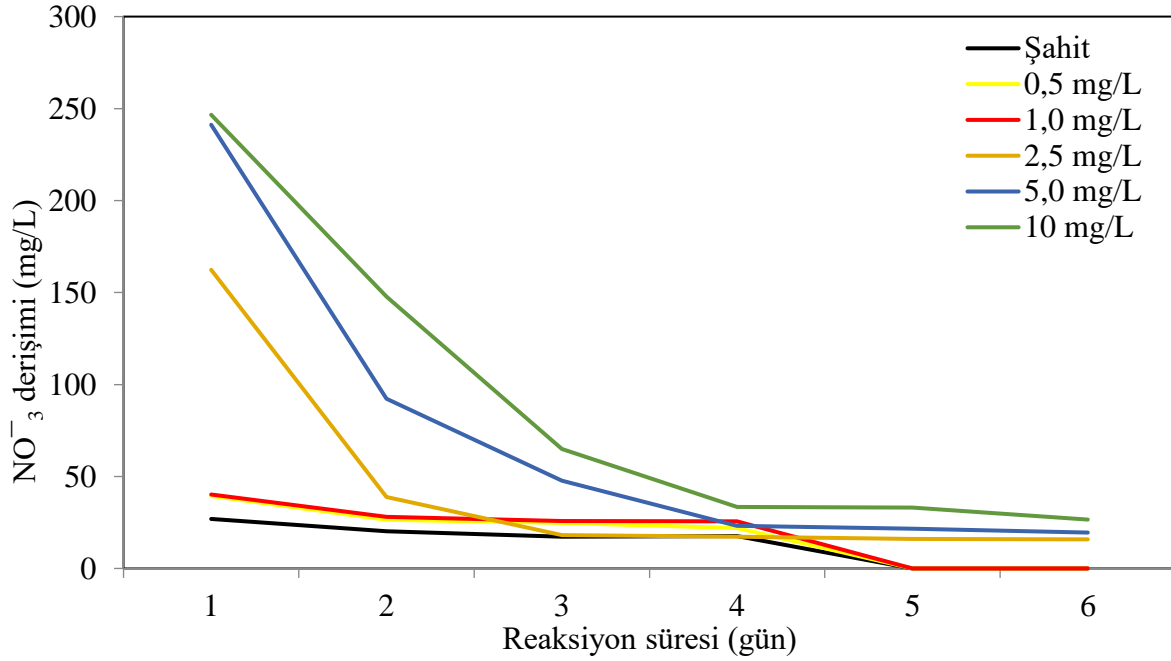
## 2.2. Analiz Yöntemi

Örneklerde pH, HANNA marka pH metre kullanılarak günlük olarak ölçülmüştür.  $\text{NO}_3^-$ -N (Merck, 1.09713),  $\text{NO}_2^-$ -N (1.14776) ölçümleri hazır kit ile MERCK PHARO 100 cihaz ile ölçülmüştür. KOI ve MLSS ölçümü ise standart metoda göre gerçekleştirilmiştir (APHA, 1998). Karışım sıvısı numunelerinde analizler, oda sıcaklığında 0.45  $\mu\text{m}$  (Sartorius) membran filtre kâğıdından süzülmesi ile elde edilen filtrat kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Kesikli ünitelerde sürdürülen deneysel çalışmada günlük alınan örneklerde yapılan ölçümlerde pH 6,8-7,5 aralığında değişmiştir. Farklı  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde, kesikli ünitelerden günlük alınan örneklerdeki  $\text{NO}_3^-$  derişimleri Görsel 1'de sunulmuştur. Şahit ve 1,0 mg/L'ye kadar besleme suyunda  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinin heterotrofik denitrifikasyona etkisi görülmemiş, reaksiyonun başlamasından itibaren ilk dört günde  $\text{NO}_3^-$ 'ın yaklaşık olarak %90'ı giderilmiştir. 1,0

mg/L'den daha yüksek  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde ise  $\text{NO}_3^-$  belirlenmiş ve  $\text{Cu}^{+2}$  derişimi yükseldikçe  $\text{NO}_3^-$  derişimi artmıştır. 2,5 mg/L  $\text{Cu}^{+2}$  derişiminde 1. gün  $\text{NO}_3^-$  giderme verimi %3 olarak ölçülmüş ve denitrifikasyon 2. gün hızla gerçekleşmiştir. 4. gün alınan örnekte ise çıkış suyunda yaklaşık olarak  $\text{NO}_3^-$  derişimi 17 mg/L olarak tespit edilmiştir. 2,5 mg/L'den daha yüksek  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde 6. gün alınan örneklerde 30 mg/L'den daha düşük  $\text{NO}_3^-$  ölçülmüştür. Yüksek derişimlerde  $\text{Cu}^{+2}$  denitrifikasyon hızını düşürmesine rağmen reaksiyon, düşük derişimlere göre daha uzun sürelerde gerçekleşmektedir.

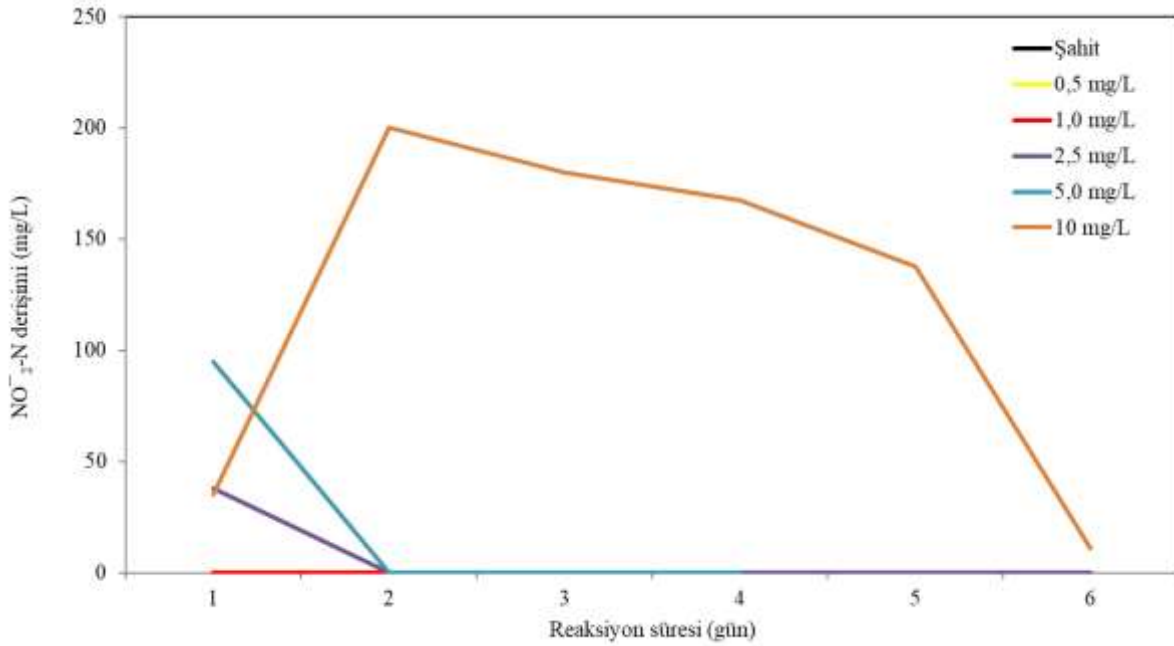


Görsel 1. Farklı  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde  $\text{NO}_3^-$  değışimi

Biyolojik denitrifikasyon sürecinde  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ 'e ve ardından  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}^-$  a, sonra da  $\text{N}_2\text{O}$ 'ya, son olarak da moleküler azota ( $\text{N}_2$ ) indirgenir ve atmosfere salınır. Bu dönüşümler elektron alıcısı olarak oksijen yerine  $\text{NO}_3^-$  ve elektron vericisi olarak da organik karbon kullanabilen bir grup bakteri tarafından gerçekleştirilir (Rodríguez vd., 2011).

Düşük  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde ( $< 2,5$  mg/L), biyolojik denitrifikasyon sürecinde ara ürün  $\text{NO}_2^-$ -N oluşumu 1. gün alınan örneklerde çok düşük derişimde ( $< 0,5$  mg/L) belirlenmesine rağmen diğer alınan örneklerde  $\text{NO}_2^-$ -N'e rastlanmamıştır (Görsel 2). 2,5 mg  $\text{Cu}^{+2}$ /L derişiminde ise 1.gün karışım sıvısında 38 mg/L  $\text{NO}_2^-$ -N belirlenmiş ancak reaksiyon süresince  $\text{NO}_2^-$ -N tespit edilememiştir. 5,0 mg  $\text{Cu}^{+2}$ /L derişimde ilk 3 gün alınan örneklerde 150 mg/L'ye kadar  $\text{NO}_2^-$ -N görülmüştür, ancak reaksiyon sonunda tespit edilememiştir. 10 mg  $\text{Cu}^{+2}$ /L derişiminin uygulandığı üniteye ise alınan tüm örneklerde  $\text{NO}_2^-$ -N belirlenmiştir. Biyolojik  $\text{NO}_3^-$  giderimi gerçekleşmesine rağmen 6. gün sonunda yaklaşık olarak 10 mg/L  $\text{NO}_2^-$ -N karışım sıvısında ölçülmüştür. Çalışmada  $\text{NO}_3^-$  giderimi dikkate alındığından biyolojik reaksiyon sürdürülmemiştir. Ancak 2. gün alınan örnekte belirlenen 200 mg/L  $\text{NO}_2^-$ -N derişiminin kademeli olarak reaksiyon süresince azalması biyolojik denitrifikasyonun engellenmediğini göstermektedir.



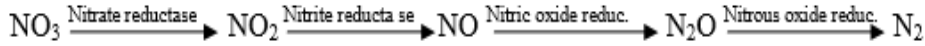


**Görsel 2. Farklı Cu<sup>+2</sup> derişimlerinde ünitelerde NO<sup>-</sup><sub>2</sub>-N değişimi**

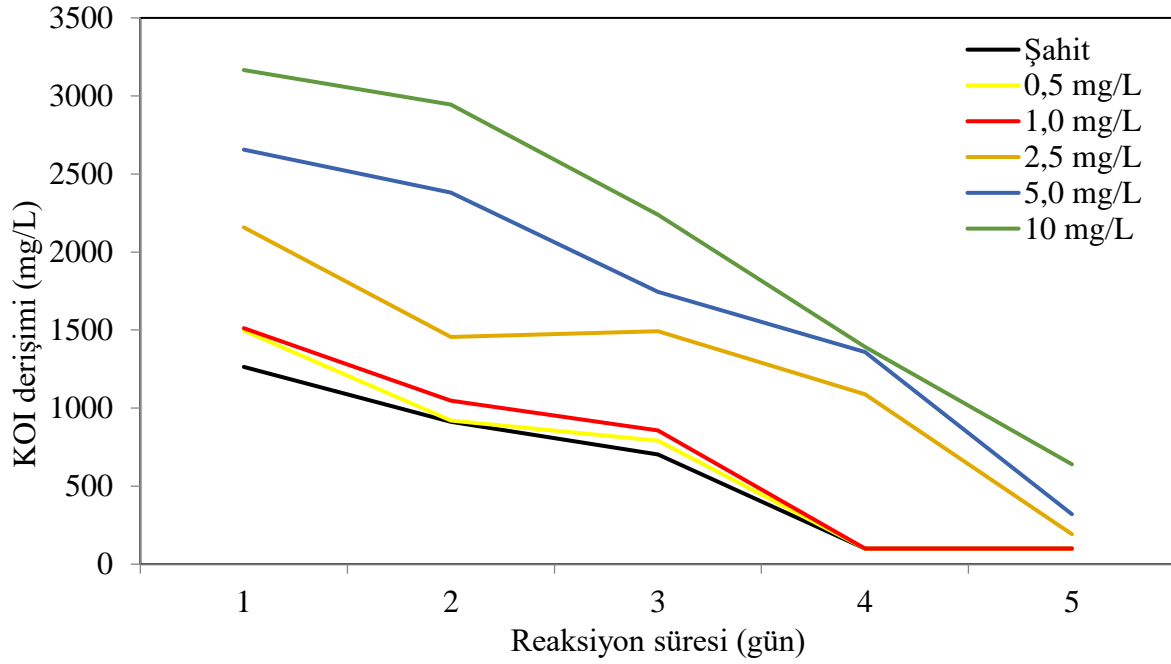
Biyolojik denitrifikasyon;

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + organik karbon kaynağı → N<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + OH<sup>-</sup> + yeni hücre (C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>N) genel eşitliği ile tanımlanmaktadır (Biradar ve diğ., 2010)

Denitrifikasyon, aşağıdaki aşamalarla geręekleşmektedir (Sarıgüllü, 2007)



Denitrifikasyon bakterilerinin çoğu fakültatif anaeroblardır ve elektron alıcısı olarak oksijen ya da nitrat/nitriti kullanırlar, ancak oksijen olduğu sürece oksijeni tercih ederler (Reboleiro-Rivas vd., 2015). Heterotrofik biyolojik denitrifikasyon sürecinde NO<sub>3</sub><sup>-</sup> indirgenmesi ile ortamdaki organik karbon kaynağı biyokütle ve CO<sub>2</sub>'e dönüştürülür. C/N oranı 3 olarak başlangıçta gerekli miktarda glikoz karbon kaynağı olarak eklenmesi ile biyolojik reaksiyonun geręekleşmesi için yeterli seviyede organik karbon bulunduğundan denitrifikasyon geręekleşmiş ve NO<sub>3</sub><sup>-</sup> derişiminin azalmasına göre alınan örneklerde KOI tespit edilmiştir (Görsel 3).



**Görsel 3. Kesikli ünitelerde biyolojik reaksiyon gerçekleşmesi ile KOI derişim değişimi**

#### 4. GENEL DEğERLENDİRME VE SONUÇLAR

Su kaynaklarında azot bileşikleri çevresel sorunlara sebep olmaktadır. Kentsel ve endüstriyel atıksularda bulunan  $\text{NH}_4^+$  nitrifikasyon ile  $\text{NO}_3^-$ 'e ve heterotrofik denitrifikasyon süreci sonunda  $\text{N}_2$  gazına dönüştürülmektedir. Atıksu arıtımında dışsal organik karbon eklenmesi, işletme maliyetini yükselttiğinden denitrifikasyon, nitrifikasyon süreci öncesi uygulanmaktadır.

DeneySEL çalışmada biyolojik  $\text{NO}_3^-$  giderimine  $\text{Cu}^{+2}$  etkisi farklı derişimlerde test edilmiştir. Çalışılan  $\text{Cu}^{+2}$  derişimleri için kesikli ünitelerde denitrifikasyon gerçekleşmesine rağmen yüksek  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde sürecin reaksiyon hızının azalması ile tam denitrifikasyon daha uzun sürelerde tamamlanmıştır. Biyolojik denitrifikasyon ara ürün  $\text{NO}_2\text{-N}$  birikimi yüksek  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde olması,  $\text{NO}_2\text{-N}$ 'i besi maddesi olarak kullanan organizmaların daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Ağır metaller düşük derişimlerde mikrobiyal büyümeyi teşvik etmektedir. Çalışılan  $\text{Cu}^{+2}$  derişimlerinde biyolojik denitrifikasyon hızında değişme gözlenmemiştir.

#### Kaynaklar

APHA, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. Twentieth ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, DC, USA, 1998.

Aslan, S. *Combined Biological Removal of Pesticides and Nitrates in Drinking Waters*, PhD Thesis. Graduate School of Natural and Applied Sciences of Dokuz Eylül University, 140p. 2002.

Aslan, S. ve Dahab M. Nitritation and Denitritation of Ammonium-Rich Wastewater Using Fluidized-Bed Biofilm Reactors, *Journal of Hazardous Materials*, 156, 56–63, 2008.

- Aslan, S. ve Gurbuz, B. Influence of Operational Parameters and Low Nickel Concentrations on Partial Nitrification in a Submerged Biofilter, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 165(7–8), 1543–1555, 2011.
- Aslan, S. ve Gurbuz, B. Nitrite Accumulation at Low Copper Concentration in a Submerged Partial Bionitrification Reactor, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers (JKSEE)*, 43(6), 419–427, June 30, 2021.
- Aslan S. Single and Combined Effects of Copper and Nickel on Nitrification Organisms in Batch Units, *European Journal of Sustainable Development Research, JSDR*, Volume 2, 1, 51–56, 2017.
- Bagby, M. M. ve Sherrard J. H. Combined Effects of Cadmium and Nickel on the Activated Sludge Process, *Journal of Water Pollution Control Federation*, 53(11), 1609–1619, 1981.
- Biradar, P. M., Roy, S. B., D' Souza, S. F. ve Pandit, A.B. Excess Cell Mass as an Internal Carbon Source for Biological Denitrification, *Bioresource Technology*, 101, 1787–1791, 2010.
- Burghate, S. P. ve Ingole, N. W. Biological Denitrification—A Review, *Journal of Environmental Science, Computer Science and Engineering & Technology, JECET*, February 3, 1, 009–028, 2014.
- Campos, J.L., Garrido-Fernandez, J.M., Mendez, R., Lema, J.M. Nitrification at high Ammonia Loading Rates in an Activated Sludge Unit, *Bioresource Technology*, 68, 141–148, 1999.
- Gikas, P. Single and Combined Effects of Nickel (Ni(II)) and Cobalt (Co(II)) Ions on Activated Sludge and on Other Aerobic Microorganisms: a review, *Journal of Hazardous Materials*, 159(2-3), 187–203, 2008.
- Green, M., Schnizer, M., Tarre, S., Bogdan, B., Shelef, G. and Sorden, C. J. Groundwater Denitrification Using an Upflow Sludge Blanket Reactor, *Water Research*, 28, 3, 631–637, 1994.
- Fan, A.M. ve Steinberg, V. E. Health Implications on Nitrate and Nitrite in Drinking Water: an Update on Methaemoglobinemia Occurrence and Reproductive and Development Toxicity, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 23 (1 part 1) 35–43, 1996.
- Hu, Z., Chandran, K., Grasso, D., Smets, B. F. Impact of Heavy Metal Sorption and Internalization on Nitrification Inhibition, *Environmental Science and Technology*, 37(4), 728–734, 2003.
- Juliastuti, S.R., Baeyens, J., Creemers, C. Inhibition of Nitrification by Heavy Metals and Organic Compounds: The ISO 9509 Test, *Environmental Engineering Science*, 20, 2, 2003.
- Kyambadde, J. Optimizing Processes for Biological Nitrogen Removal in Nakivubo Wetland. Uganda, Kth Biotechnology, Royal Institute of Technology Department of Biotechnology, Stockholm, Sweden, 2005.
- Madoni, P., Davolf, D., Gorbu, G., Vecovi, L. Toxic Effect of Heavy Metals on the Activated Sludge Protozoan Community, *Water Res.*, 30 (1), 135–141, 1996.
- Magalhaes, C. M., Machado, A., Matos, P., Bordalo, A.A. Impact of Copper on the Diversity, Abundance and Transcription of Nitrite and Nitrous Oxide Reductase Genes in an Urban European Estuary, *FEMS Microbiology Ecology*, 77274–284, 2011.
- Manav, N. *Ardışık Kesikli Reaktör ile Evsel Atıksulardan Azot ve Fosfor Giderimi*, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
- Mirvish, S. S. Formation Properties and Significance for Human Health of Nitrate, Nitrite and N-nitroso compounds, in *Nitrate Contamination; Exposure, Consequences, and Control*, NATO ASI Series, vol G30, eds. I Bogardi and R.D. Kuzelska. Springer verlag, Berlin, 1991.
- Mohsani-Bandpi, M. A., Elliott, D. J., Memeny-Mazdek, A., Denitrification of Groundwater Using Acetic Acid as a Carbon Source, *Water Science and Technology*, 40, 2, 53–59, 1999.

- Moraes Suarez Varela, M. M. Llopis Gonales, A., Tejerizo Perez, M. L., Impact of Nitrates in Drinking Water on Cancer Mortality in Valencia, Spain, *European Journal of Epidemiology*, 11 (1). 15–21, 1995.
- Neal, W.A. Effects of Copper on Nitrification and Denitrification of Leachate from an Abandoned Landfill, Master of Science in Environmental Engineering, The faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 217s, 1992.
- Ozbelge, T. A. Ozbelge, H. Ö., Altınten, P. Effect of Acclimatization of Microorganisms to Heavy Metals on the Performance of Activated Sludge Process, *Journal of Hazardous Materials*, 142(1-2), 332–339, 2007.
- Peng, L., Liu, Y., Gao, S. H., Chen, X., Ni, B. J. Evaluating Simultaneous Chromate and Nitrate Reduction During Microbial Denitrification Processes, *Water Research*, 89, 1–8, 2016.
- Reboleiro-Rivas, P., Martín-Pascual, J., Juárez-Jiménez, B., Poyatos, J. M., Vilchez-Vargas, R., Vlaeminck, S.E., Rodelas, B. ve González-López, J. Nitrogen Removal in a Moving Bed Membrane Bioreactor for Municipal Sewage Treatment: Community Differentiation in Attached Biofilm and Suspended Biomass, *Chemical Engineering Journal*, 277, 209–218, 2015.
- Rodríguez, D. C., Pino, N. Peñuela, G. Monitoring the Removal of Nitrogen by Applying a Nitrification-Denitrification Process in Sequencing Batch Reactor (SBR), *Bioresource Technology*, 102, 2316–2321, 2011.
- Sarıgüllü, F., *Doğal Ortamlardan Denitrifikasyon Yeteneği Yüksek Bakteri İzolasyonu ve Denitrifikasyonda Kullanılabilirliklerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, ADANA, 69s, 2007.
- Semerci, N., Cecen, F. Importance of the Zn Species in Batch Nitrification Systems, *Water Practice Technology*, 1 (3), 2006.
- Şahinkaya, E. Dursun, N. Sulfur-oxidizing Autotrophic and Mixotrophic Denitrification Processes for Drinking Water Treatment: Elimination of Excess Sulfate Production and Alkalinity Requirement, *Chemosphere*, 89, (2), 144–149, 2012.
- Thomson, T. S. Nitrate Concentration in Private Rural Drinking Water Supplies in Saskatchewan, Canada, *Bull. Environmental Contamination and Toxicology*, 66, 64–70, 2001.
- Volokita, M., Belkın, S., Abeliovich, A., Soares, M. I. M., Biological Denitrification of Drinking Water Using Newspaper, *Water Research*, 30, 4, 965–971, 1996.
- Wang, Q., Burger, M., Doane, T. A., Horwath, W. R., Castillo A. R., Mitloehner, F. M. Effects of Inorganic v. Organic Copper on Denitrification in Agricultural Soil, *Advances in Animal Biosciences*, 4:s1, 42–49, 2013.
- Wang, Y., Zhao, Y., Ji, M., Zhai, H. Nitrification Recovery Behavior by Bio-accelerators in Copper-inhibited Activated Sludge System, *Bioresource Technology*, 192, 748–755, 2015.

## MUZ YALANCI GÖVDE ATIKLARININ SEKTÖR BAZLI DEĞERLENDİRİLMESİ

**Çevre Mühendisi GÖZDE ACAR<sup>1</sup>, Doç. Dr. HAKAN ÇELEBİ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitü, -0000-0001-7054-3340

<sup>2</sup> Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitü, - 0000-0002-7726-128X

### ÖZET

Tüm dünya ülkelerinde her yıl çöp alanlarına gönderilen malzemelerin en büyük yüzdesini gıda ve tarım atıkları oluşturmaktadır. Ancak, bu atıklar sadece yeme-içme alışkanlıkları sonucu açığa çıkan atıklar değildir. Gıdaların ve tarımsal ürünlerin (sera ve tarla aktiviteleri) toplanması, taşınması, dağıtım döngüsünde de gıda/tarım atıkları açığa çıkabilmektedir. Besin zinciri kaynaklı atıklar (i) tarım, (ii) üretim ve (iii) satış olmak üzere üç temel aşamada ortaya çıkmaktadır. Bütün ülkelerde en çok tüketilen ve tüketim sonrası açığa çıkan meyve ve sebze kaynaklı atıklar, toplam gıda atıklarının  $\geq$  %42'sine eşdeğerdir. Muz, birçok ülkede yetişen ve dünya çapında tüketilen tropikal bir meyvedir. Muz, tüm insanlar tarafından günlük olarak tüketilen lezzetli bir meyve olup, sarı veya yeşil kabuklar genellikle atılır ve meyve tüketilir. Bu kabuklar, çeşitli fonksiyonel gruplar açısından zengindir. Bu atıklar uygun şekilde değerlendirilmezse doğal ayrışma nedeniyle rahatsız edici koku ve sera etkisine katkıda bulunan gazlar üretirler. Evsel ve tarımsal kullanımlar sonucu açığa çıkan yiyecek atıklarının çöp döngüsüne atılması yerine geri kazanılması hem çevrenin korunması hem de diğer çevre kirleticilerinin minimizasyonu için çok büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışma kapsamında; besin zinciri atıkları arasında önemli paya sahip olan muz meyvesinin seracılık ve tarımsal faaliyetlerin hasatı sonrasında ortaya çıkan bitki kök, gövde ve yapraklarının dağılımı tespit edilecektir. Bu amaçla Antalya bölgesinde yer alan sektörler araştırma bölgesi olarak seçilmiştir. Muz yalancı gövde atıklarının farklı kullanım alanlarının tespit edilmesi hedeflenmiştir. Sektör bazlı uygulamalar (tekstil, topraksız tarım, hediyelik eşya vb.) ve çevre mühendisliğinde atıksu arıtımında adsorbent olarak uygulanabilirliğin ortaya konulması planlanmıştır. Bu atıkların kullanım süreci ve simbiyoz yaklaşımın açıklanması son aşama olarak planlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık, Antalya, Muz gövde atığı, Sektörel dağılım

## MADENİ ATIK YAĞLARIN GERİ DÖNÜŞÜM VE GERİ KAZANIMI: SEKTÖREL DAĞILIM

**Çevre Mühendisi EMRE BAŞEKİN<sup>1</sup>, Doç. Dr. HAKAN ÇELEBİ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitü, -0000-0003-2099-4228

<sup>2</sup> Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitü, - 0000-0002-7726-128X

### ÖZET

Türkiye'de yıllık yaklaşık 450 bin ton madeni yağın piyasaya sürüldüğü ve bu yağların yaklaşık 250 bin tonunun atık yağ olarak oluştuğu belirlenmiştir. Ortaya çıkan atık yağların ise yaklaşık olarak 40 bin tonunun toplandığı tespit edilmiştir. Ham petrolden damıtılarak veya sentetik olarak üretilmiş madeni yağların kullanım sonucunda fiziksel veya kimyasal yollarla kirlenmesi sonucu ortaya çıkan atık yağların, çevre ve insan sağlığına zarar veren olumsuz etkilerinin azaltılarak ülke ekonomisine fayda sağlayacak şekilde geri kazanımı düşük oranlarda gerçekleşmektedir. Atık Yağ; kullanılmış taşıt yağları (benzinli motor, dizel motor, şanzıman ve diferansiyel, transmisyon, iki zamanlı motor, hidrolik fren, antifiriz, gres ve diğer özel taşıt yağları vb.); endüstriyel yağları ve kontamine olmuş yağ ürünlerini ifade eden geniş bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanılmış yağlar deterjanlar, fosfatlar yanında kurşun, çinko, baryum, kadmiyum, cıva, krom, arsenik ve vanadyum gibi ağır metaller içerirler. Kullanılmış yağları evsel atıksu arıtma tesislerinde arıtmak zor ve pahalıdır. Evsel atıksu arıtma tesislerine ciddi zararlar verirler. Kullanılmış yağların suda çözünmesi çok düşük ve yavaştır. Yağların suda dağılması hem ortam hem de dökülen yağın özelliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Özellikle, toprak alıcı ortamı bu yağlardan daha fazla kirlenmekte olup, topraktaki besin zincirinde birikerek insanların zehirlenmesine neden olurlar. Ülkemizde artmakta olan başta otomotiv sektörü olmak üzere, maden ocakları faaliyetleri ve diğer sektörel faaliyetler sırasında oluşan madeni atık yağlar tehlikeli bir atık sınıfına girmekte olduğu için bu yağların nasıl değerlendirildiği hakkında ayrıntılı literatür araştırması gerçekleştirilmelidir. Çalışma ile geri kazanımı/dönüşümü yapılmaması durumunda bu atıkların çevreye vereceği zararlar hakkında bilgi verilerek, bölgesel çalışmalar değerlendirilecektir. Lisanslı geri kazanım firmalarının bölgesel açıdan dağılımı ve toplama süreçleri ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Atık yağ, Geri kazanım, Madeni yağ, Sektörel dağılım

## ATIKSULARDAN STRUVİT ÇÖKTÜRMEİ İLE NUTRIENT GERİ KAZANIMI

MUSTAFA ÖZTÜRK<sup>1</sup>, ŞÜKRÜ ASLAN<sup>2</sup>, ALİ ALHRAİSHAWİ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler MYO, Organik Tarım Programı, 58140, Türkiye, – 0000-0002-8825-6283

<sup>2</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Böl. 58140, Türkiye, - 0000-0001-8735-8029

<sup>3</sup>Department of Civil Engineering, College of Engineering, Misan University, Iraq, - 0000-0003-4099-9042

### ÖZET

Struvit kristalizasyonu, atıksu arıtma verimliliğinin iyileştirilmesinde ve nutrientlerin değerli bir malzeme formunda geri kazanılmasında sürdürülebilir yaklaşımlardan biridir. Struvit, magnezyum amonyum fosfat ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ), yüksek amonyak ve fosfat derişimi içeren atıksularda oluşan, yavaş salınan bir gübre olarak kullanılabilen beyaz inorganik kristalli bir mineraldir.

Bu derleme çalışmasında magnezyum amonyum fosfat (struvit-MAP) oluşumu ile ilgili deneysel ve teorik çalışmalar değerlendirilerek struvitin yapısı, çeşitli atıksulardan kristalleşerek azot ve fosforun geri kazanımı ve MAP kristallerinin bitki büyümesine etkisi araştırılmıştır. Struvit oluşumunda yer alan birincil iyonların karmaşık etkileşimlere sahip olduğu ve iyonik seviyelere, pH'a ve sıcaklığa bağlı olarak farklı kristaller oluşturabileceği tespit edilmiştir.

Struvit çökmesi, çeşitli Mg kaynakları kullanılarak kontrollü koşullar altında atıksudan elde edilebilir. Struvit çöktürmesi ile hem atıksu arıtma tesislerinde oluşabilecek işletme sorunları ortadan kaldırılabilir hem de nutrient geri kazanımı sağlanabilir. Ayrıca struvit, yavaş salımlı bir gübre olarak, tarımda kullanılarak, bitki gelişimi üzerine oldukça olumlu sonuçlar vermektedir. Dünyadaki birçok kaynağın giderek yok olduğu dönemde atıksulardan nutrientlerin yeniden kazanılması ve elde edilen kristalin gübre olarak kullanılması özellikle çevre kirliliği ve sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir.

**Anahtar kelimeler:** Gübre, nutrient geri kazanımı, struvit

### NUTRIENT RECOVERY FROM WASTEWATERS BY STRUVITE PRECIPITATION

#### ABSTRACT

A struvite crystallization is one of the sustainable approaches to improve the wastewater treatment efficiency and recovering nutrients in the form of a valuable material. The struvite,

magnesium ammonium phosphate ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ) is a white inorganic crystalline mineral that occurs in aqueous systems with high ammonia and phosphate concentrations and can be used as a slow–release fertilizer.

In this review, experimental and theoretical studies on the formation of magnesium ammonium phosphate (struvit–MAP) were evaluated and the structure of struvit, the recovery of nitrogen and phosphorus from various wastewaters by crystallization and the effect of MAP crystals on a plant growth were investigated. It has been found that the primary ions involved in formation of struvite have complex interactions and can form different crystals depending on the ionic levels, pH and temperature.

The struvite precipitation can be obtained from wastewater under controlled conditions using various Mg sources. By the struvite precipitation, both the operational problems that may occur in wastewater treatment plants can be eliminated and nutrient recovery might be achieved. In addition, the struvite can be used in agriculture as a slow–release fertilizer and gives very positive results on the plant growth. The recovery of nutrients from wastewater and use of the resulting crystal as a fertilizer is very important, especially in terms of environmental pollution and sustainability.

**Keywords:** Fertilizer, nutrient recovery, struvite,

## GİRİŞ

Kaynakların geri kazanılması, zenginleştirilmesi ve değerlendirilmesi, atıksu arıtımında büyük ilgi görmektedir ve özellikle nutrient giderimi son yıllarda standart teknoloji haline gelmiştir (El Diwani vd., 2007; Masindi vd., 2022).

Amonyum–azotu ( $NH_4^+–N$ ), su ortamı için en önemli kirleticilerden biri olarak kabul edilmektedir ve uygun arıtma olmadan veya artırılmadan yüzey sularına deşarjı, oksijen tükenmesine ve sucul yaşam için toksisiteye neden olan ötrofikasyonu teşvik etmektedir. İnsan ve çevre üzerindeki zararlı etkilerinden dolayı  $NH_4^+–N$ 'in atıksulardan uzaklaştırılması araştırmacıların büyük ilgisini çekmiştir (Chen vd., 2013; Ryu vd., 2008). Ayrıca,  $NH_4^+$ 'ca zengin atıksular değerli bir azot kaynağı olarak değerlendirilebilmektedir.  $NH_4^+–N$ , atıksudaki toplam azotun yaklaşık %80–90'ını temsil etmektedir (Gunay vd., 2008a; Zhang vd., 2012) ve geri kazanılması önemlidir (Darwish vd., 2016).

Fosfor (P), artan tarımsal üretimi güvence altına almak için gübre kullanımının vazgeçilmez olduğu durumda, ikame edilemez nutrientlerden biridir. P reaktif olduğundan, diğer elementlerle ilişkisi, toprakta sınırlı bitkiler için kullanılabilirliğini sağlamaktadır. Bu nedenle, harici kaynağa gerekli hale gelebilmektedir (Kataki vd., 2016). Günümüzde ticari P gübresinin tek kaynağı, birkaç ülkede mevcut doğal fosfat kayalarındır. Çin, ABD, Fas ve Rusya dünyadaki toplam P üretiminin yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır (Heckenmüller vd., 2014). P gübresinin tüketimi, gelişmiş ülkelerde kısmen sabitlenmiş olmasına rağmen, gelişmekte olan ülkelerde talebin arttığı görülmektedir (Heffer ve Prud'homme, 2014).

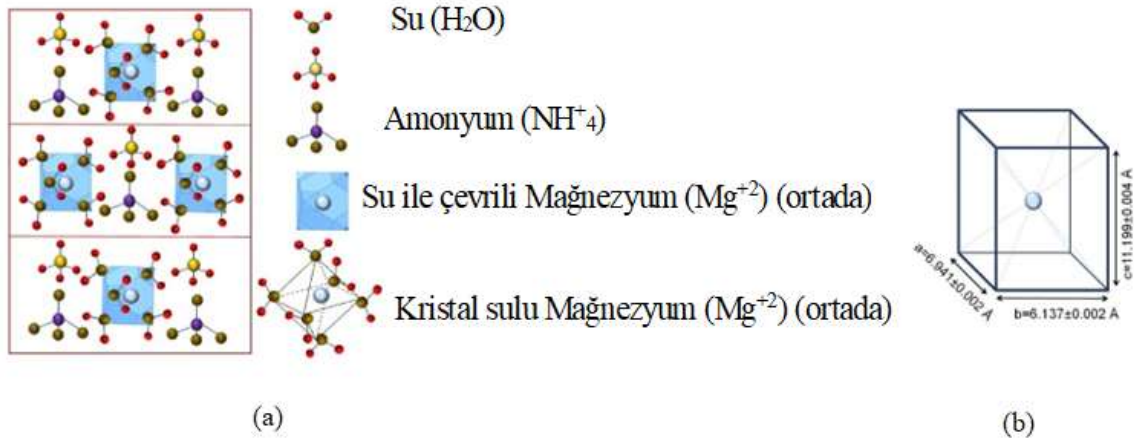
Tarımda kullanılan çözünür gübre bileşiklerinin olumsuz çevresel etkileri ve düşük kullanım etkinliği, yavaş salınımlı gübrelerin geliştirilmesi için araştırmaların yoğunlaşmasına neden olmuştur (Arslanoglu, 2019). Bu sorunun bir çözümü, gübre gibi çözünürlüğü düşük nutrient



içeren bileşiklerin kullanılmasıdır. Bazı iki değerliğe sahip metaller (Me; Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Co), genel formülü  $MeNH_4PO_4 \cdot XH_2O$  olan amonyum fosfatları oluşturmaktadır ve bu bileşiklerden en bilineni magnezyum amonyum fosfattır (struvit, MAP). Bu bileşiklerin yavaş çözünürlüğe ve yanmaz özelliğe sahip olması, uzun ömürlü azot, fosfor ve metal kaynağı olarak kullanımlarını önermektedir (Bridger vd., 1962).

Struvit çökeltme kavramı, ilk olarak 1937 yılında atıksu arıtma tesisinin anaerobik çürütme ünitesinde kristalin bir malzeme kabuğu olarak gözlemlenmiştir (Rawn vd., 1939). Struvit kabuk oluşumu, anaerobik çürütme verimliliğini azaltmakta ve işletme maliyetini artırmaktadır (Kataki vd., 2016). MAP'ın anaerobik süreçlerde boru duvarlarında ve atıksu arıtma sistemlerinin ekipman yüzeylerinde kireç birikintilerinin bir bileşeni olarak kendiliğinden çökmesi, atıksu arıtma endüstrisinde önemli bir sorundur (Arslanoglu, 2019; Fattah, 2012). Bu sorunun üstesinden gelmenin bir yolu, kristalleştirme yoluyla P geri kazanımına dayanmaktadır. Struvit, atıksu arıtma ekipmanında kontrollü koşullar altında çökeltmesi, fosfor giderimi ve geri kazanımı sağlamaktadır (Battistoni vd., 1997). Suda çözünürlüğü düşük (<3%) bir mineral olan ve atıksu arıtma tesislerinden giderek daha fazla geri kazanılan struvit, özellikle yüksek oranda su ile karıştırıldığında yavaş salınımlı bir amonyum fosfat gübresi olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (Hertzberger vd., 2021). MAP çökeltisinin doğrudan tarımsal üretim için kullanılması, madenlerden çıkarılan fosfor ve sentetik azot kaynaklarına olan ihtiyacı azaltacaktır (Gong vd., 2018).

Struvit ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ), yüksek amonyak ve fosfat seviyelerine sahip sulu sistemlerde (atık su ve böbrekler) genellikle ortorombik kristaller olarak oluşmaktadır. Struvit, hidrojen bağları ile bir arada tutulan  $PO_4^{-3}$  (tetrahedral),  $Mg(6H_2O)^{+2}$  (octahedral) ve  $NH_4^+$  (tetrahedral) gruplarından oluşmaktadır (Whitaker ve Jeffery, 1970; Tansel vd., 2018) (Görsel 1).



**Görsel 1. Struvit kristal yapısı: (a) iyonik grupların dizilişi, (b) ortorombik struvit kristalinin boyutları (Whitaker ve Jeffery, 1970; Tansel vd., 2018).**

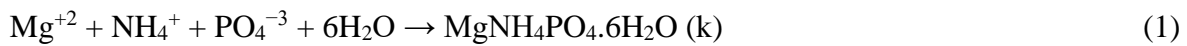
Struvit geri kazanımı ile amonyum ve fosfor açısından zengin atıksuların arıtılması gibi süreçler üzerine yapılan araştırmalar umut verici sonuçlar vermektedir. Struvitin çamur susuzlaştırma tesislerinin süpernatandan ayrılması ve geri kazanılması son otuz yılda kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır ve halihazırda tüm dünyada bazı atıksu arıtma tesislerinde tam ölçekli olarak uygulanmaktadır (Battistoni vd., 1997; El Diwani vd., 2007; Lahav vd., 2013; Masindi vd., 2022; Prasad vd., 2007).

Yapmış olduğumuz derleme çalışmasında, güncel literatür taranarak struvit kristalizasyonunun yapısı ve oluşma mekanizması ortaya konulmuştur. Ayrıca kristal oluşumuna etki eden faktörler belirlenmiş ve farklı çalışmalarda elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen struvitin bitki gelişimi için oldukça iyi bir nutrient kaynağı olarak belirtilmektedir. Bu çalışma, atıksulardan uzaklaştırılması gereken ve aynı zamanda değerli birer nutrient kaynağı olan  $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{PO}_4^{-3}$ 'ün struvit olarak geri kazanılabileceğini ve tarımda yavaş salınan bir gübre olarak kullanılabilceğini göstermesi açısından önemlidir.

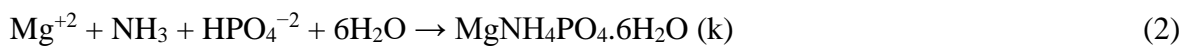
### STRUVİTİN YAPISI VE OLUŞUM MEKANİZMASI

Struvit, kimyasal formülü  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  olan, ortorombik yapıya sahip kristal toz bir mineraldir. Struvitin özgül ağırlığı  $1,7 \text{ gr/cm}^3$  civarındadır ve rengi normalde beyazdır. Ancak kristalizasyon ortamına bağlı olarak sarı, kahverengimsi veya açık gri de olabilir (Darwish vd., 2016; Lee vd., 2009). Struvit, nötr veya alkali ortamda düşük çözünürlüğe sahip olmasına rağmen ( $0,023 \text{ g/L}$ ) düşük pH koşullarında kolayca çözünür. Struvitin moleküler ağırlığı  $245,43 \text{ g/mol}$ 'e eşittir ve ağırlıkça yaklaşık % 6 N ve % 13 P'den oluşmaktadır (Le Corre vd., 2009). Struvit, kütle kaybının yaklaşık  $55^\circ\text{C}$  sıcaklıkta meydana gelebildiği termal olarak kararsız bir bileşiktir (Bhuiyan vd., 2008).

MAP kristalizasyonunun temel prensibi, magnezyum kaynaklarının, MAP kristalizasyonu yoluyla atıksudan eş zamanlı olarak azot ve fosforu gidererek,  $\text{PO}_4^{-3}$  ve  $\text{NH}_4^+$  ile reaksiyona girmesidir (Gong vd., 2018). Struvit, genellikle aşağıdaki reaksiyona göre stokiyometrik oranda ( $\text{Mg}^{+2} : \text{NH}_4^+ - \text{N} : \text{PO}_4^{-3} - \text{P} = 1 : 1 : 1$ ) stabil beyaz ortorombik kristaller olarak çökelmektedir ve struvit kristallerinin oluşumu ve gelişimi iki kimyasal aşamayı takip etmektedir (Eşitlik 1): çekirdeklenme (kristal oluşumu) ve kristal büyümesi (dengeye kadar kristallerin gelişimi) (Abbona vd., 1984; Darwish vd., 2016; Jones, 2002; Gong vd., 2018; Nelson vd., 2003; Tansel vd., 2018; Yetilmezsoy ve Sapci-Zengin, 2009).



Kristal içerisindeki su, struvitin kristal oluşumu ve kristal özellikleri için gereklidir. Struvitin ayrıca aşağıdaki denklemde görüldüğü gibi oluşabileceği ifade edilmektedir (Darwish vd., 2016; Mohan vd., 2011; Tansel vd., 2018).



Ancak kristalizasyon deneyleri, struvit çökmesinin çözelti pH'ını düşürdüğünü ve bu nedenle aşağıdaki gibi reaksiyonda  $\text{PO}_4^{-3}$  yerine  $\text{HPO}_4^{-2}$ 'nin yer alacağını göstermektedir (Çelen ve Turker, 2001; Darwish vd., 2016; Fattah, 2012; Schuiling ve Andrade, 1999).



(2) nolu denklemde,  $\text{NH}_4^+$  iyonlarının derişimini yükseltmeye doğru kaydıran  $\text{NH}_3$ , çözeltide azaldıkça pH'da düşmektedir. Denklem (2), struvitin atomik konfigürasyonları, iyonik boyutları ve kristal yapısı açısından sulu koşullarda struvit oluşumu için daha olası bir iyonik etkileşim dizisini temsil etmektedir. Ancak, basınç etkilerinin oluşabileceği koşullarda (örneğin, enerjinin suya geri iletildiği atıksu arıtma tesislerinde borularda ve dirseklerde koç darbesi), iyonik derişimlerin yüksek olduğu filtrasyon sistemleri (örneğin böbrekler); struvit, denklem (3) ile açıklandığı gibi oluşabilmektedir (Tansel vd., 2018).

Struvit kristallerinin elektronik yük dağılımı, polar özellikler göstermektedir ve bu durum kristalleşmede ve yüklü iyonların veya iyon kümelerinin bağlanmasında anahtar rol oynayabilmektedir (Romanowski vd., 2010). Struvit oluşumunda yer alan üç iyon, karmaşık kimyasal etkileşimlere sahiptir ve farklı kristal türlerinin oluşumu için birçok olasılık mevcuttur (Tansel vd., 2018).

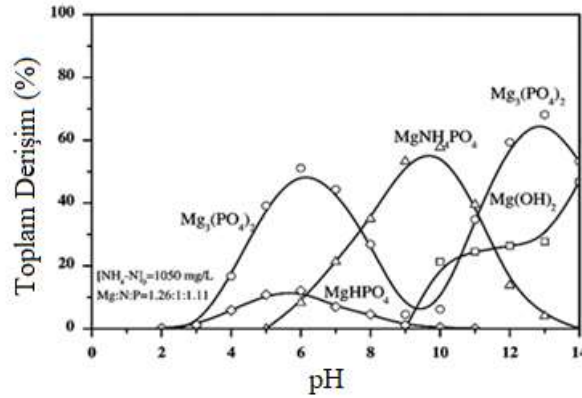
#### Struvit Kristalleşmesini Etkileyen Faktörler

Struvit kristalinin oluşum sürecini genel olarak pH, molar oran (Mg:N:P), reaktif tipi, sıcaklık, reaksiyon süresi ve yabancı elementlerin varlığı etki etmektedir (Darwish vd., 2016; El Diwani vd., 2007; Gong vd., 2018; Gunay vd., 2008b; Kuşçu ve Çelik, 2019).

#### pH Etkisi

pH, MAP kristalleşmesini ve tipini belirleyen kritik bir faktördür ve 8,6–10,6 arasında olması gerekmektedir (Battistoni vd., 1997; Gong vd., 2018). Bu pH'lara ulaşılnca fosfat çökmesi elde edilebilmektedir ve bunun içinde büyük miktarda alkali ilavesi gerekmektedir (Battistoni vd., 1997). Struvit oluşumu için yapılan çalışmalarda pH seviyeleri 7–11 arasında değişmekte ve çökeltideki struvitin, pH 8–9 aralığında baskın olduğu görülmektedir (Bao vd., 2011; Gong vd., 2018).

pH'a bağlı olarak oluşan çökeltideki struvit içeriği Görsel 2'de sunulmuştur. En iyi struvit oluşumu pH 8-10 arasında gerçekleştiği görülmektedir. pH'ın 10'dan büyük olması durumunda  $Mg_3(PO_4)_2$  ve  $Mg(OH)_2$  gibi diğer bileşiklerin oluşumu nedeniyle MAP kristalleşmesi inhibe edilmektedir (Darwish vd., 2016).



**Görsel 2. pH'a bağlı olarak çökelti bileşimi ve struvit oluşumu (Darwish vd., 2016; Zhou ve Wu, 2012).**

Kuşçu ve Çelik (2019) evsel atıksu arıtma tesisi geri devir üst suyunda struvit çökmesini farklı pH'larda araştırmışlardır. 24 saatlik bekleme süresi sonunda pH 7,17 ve 8,5'ta çökelti oluşumu gözlenmemiş, pH 9,0–10,0 ve 10,5 olan üç örnekte elde edilen çökeltinin struvit olmadığı, sadece pH'ı 9,5 olarak ayarlanan örnekte struvit oluşumu tespit edilmiştir (Kuşçu ve Çelik, 2019).

Bao vd., (2011) domuz atıksuyundan çok saf struvit kristalini, pH 8,0–9,0'da elde etmiştir. pH'ın 8,0'dan 9,0'a yükseltilmesi, fosfor giderme verimini %85'ten %94'e yükseltirken, en iyi amonyak giderimi pH 9–10 arasında elde edilmiş ve pH 11'de önemli ölçüde azalmıştır.

Amonyak giderimi için en uygun pH aralığı 9,6–10 olarak bulunmuştur. Ayrıca pH 9,6’da kek veriminde de maksimum amonyak derişimi elde edilmiştir.

Booker vd., (1999), atıksu arıtma tesislerinde struvit oluşumu için optimum pH’ın 9,2 olduğunu ve Liao vd., (1995), sentetik atıksu arıtımında struvit oluşumu için optimum pH’ın 10 olduğunu belirtmişlerdir.

#### Mg:N:P Oranının Etkisi

Teorik olarak struvit, 1:1:1’lik bir Mg:N:P molar oranında oluşmaktadır (Eşitlik 1-3). Uygulamada, gerçek optimum oranlar, yan ürünler oluşturabilen diğer türlerin varlığından dolayı genellikle eşmolar orandan farklıdır (Zhang vd., 2009). Bu nedenle, en düşük maliyetle paralel olarak en yüksek struvit geri kazanım verimini elde etmek için her atıksu için ayrı ayrı optimum molar oran belirlenmelidir (Darwish vd., 2016).

Gong vd., (2018) Mg:P = 1,6 ve N:P = 1,2 molar oranlarıyla pH = 10’da N’nin %89’undan ve P’nin %99’undan fazlasının geri kazanılabileceğini göstermiştir. Yilmazel ve Demirer (2011) anaerobik çürütülmüş çamurdan nutrient geri kazanımında 1:1:1’lik Mg:N:P molar oranı ile ortalama bir  $\text{NH}_4^+$  giderimi elde etmiştir. Mg:N:P oranını 1,5:1:1 olarak ayarlandığında %97,4’e yükselen N giderme verimliliği belirlemiştir. Liu vd., (2008) sentetik atıksu arıtımı için optimum Mg/P oranının 1,3–1,5:1 olduğunu ve %89–92’lik P giderim oranı olduğunu bildirmiştir.

#### Mg Kaynağının Etkisi

Struvit üretiminde, pH ayarlaması için alkali kaynağına, Mg kaynağına ve diğer iyonlar ( $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{PO}_4^{3-}$ ) gibi kimyasal girdilere ihtiyaç vardır.  $\text{PO}_4^{3-}$  ve  $\text{NH}_4^+$  ile karşılaştırıldığında potansiyel struvit kaynaklarının çoğunda yeterli Mg bulunmaması nedeniyle, Mg tedariki esas olarak çökelmeyi etkili hale getirmek için gereklidir. Bu nedenle, vazgeçilmez Mg tüketimi, çökelmeyi genellikle pahalı hale getirmektedir (Kataki vd., 2016; Quintana vd., 2004).

Struvit çalışmalarında kullanılan en yaygın Mg kaynakları,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{Mg(OH)}_2$ ,  $\text{MgCO}_3$  ve MgO gibi Mg tuzlarıdır ve bunlar işletme giderlerinin yaklaşık %75’ine kadar etki etmektedir (Dockhorn, 2009). Ayrıca manyezit ( $\text{MgCO}_3$ ) (Gunay vd., 2008b) ve brusit ( $\text{Mg(OH)}_2$ ) (Huang vd., 2011a) gibi doğal magnezyum kayaçları, bol oldukları yerlerde Mg kaynağı olarak kullanılabilir. Ancak düşük reaktivitelerinin üstesinden gelebilmek için bu kayaçların asitlerle çözülmesi veya dozlarının artırılması gerekir (Darwish vd., 2016).

Struvit çökelme reaktörlerinde magnezyum kaynağı olarak nanofiltrasyon ile elde edilmiş deniz suyu tuzunun kullanılması, hem ekonomik hem de mühendislik açısından uygulanabilir olduğu belirtilmektedir (Lahav vd., 2013).

#### Sıcaklık Etkisi

Struvit kristalizasyonunda sıcaklığın kontrol edilmesi, geri kazanılan struvitin saflığına etki etmektedir. Teorik olarak, düşük sıcaklıklarda (5–20 °C) struvit çözünürlüğü azaldığından, aşırı doygunluğu artırır ve daha küçük parçacık boyutuna neden olur. Öte yandan, struvit yüksek sıcaklıklardan olumsuz olarak etkilenmektedir (Darwish vd., 2016). Bhuiyan vd., (2008) kütle kaybının başladığı 55 °C’den düşük sıcaklıklarda, struvit kristallerinin yapısının kararlı olduğunu bildirmektedir. Bunun nedeni, struvitin çözünürlüğünün yükselen sıcaklıkla

artmasıdır. Bu durumda, kütle kaybı ve faz dönüşümünden kaçınmak için 30–50°C arasında bir sıcaklıkta çalışılmalıdır (Darwish vd., 2016).

Kuşçu ve Çelik (2019), ortam sıcaklığının değişken olarak kullanıldığı çalışmada, amonyum giderimi amacıyla fosforik asit ve magnezyum ilave edilen her bir örnek pH'ı 9,5'a ayarlamış ve farklı ortam sıcaklıklarında MAP çöktürmesi araştırmıştır. Çalışmada MAP çöktürmesi 10 °C, 20 °C ve 30 °C ortam sıcaklık değerlerinde gerçekleştirilmiştir. 10 °C denemesi yapılan tüpteki örnekte kum şeklinde bir beyaz tortu oluşmuş ancak oluşan tortuların kristal görünümünde olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca çökelti şeklinde oluşmayan tortunun çökmeyerek bekledikçe dağıldığı gözlenmiştir. 20 °C ortam sıcaklığında 24 saat bekleme süresi sonucunda kristal yapıda çökeltme gözlenmiştir. 30 °C'de su banyosundan çıkarılan numunede ise herhangi bir çökeltme gözlenmemiştir.

#### Reaksiyon Süresinin Etkisi

Optimum koşullar altında struvit kristalleşme reaksiyonu, hızla tamamlanabilmektedir. Temel olarak, reaksiyon süresindeki artış, struvit üretiminde ihmal edilebilir bir artışla MAP kristal boyutunun büyümesine katkıda bulunmaktadır (Le Corre vd., 2009). Yüksek amonyum içerikli atıksu için, Wang vd., (2012), MAP kristalleşmesi için en uygun reaksiyon süresinin 20 ila 25 dak. arasında olduğunu açıklamaktadır. Artan reaksiyon süresi, herhangi önemli iyileştirme olmaksızın gereksiz enerji tüketimine neden olmaktadır (Darwish vd., 2016). MAP çöktürmesinin 1, 3, 6 ve 18 saat bekleme süresinde gerçekleştiği, fakat 24 saatlik bekleme süresi sonunda çökeltme verimini iyileştirdiği gözlenmiştir (Kuşçu ve Çelik, 2019).

#### Diğer İyonların Varlığı

pH'a bağlı olarak iyonların türleşme ve kümelenme özelliklerinin değişkenliği, saf struvit kristallerinin oluşum koşullarını zorlaştırmaktadır. Oluşan kristaller, sulu sistemlerde bulunan iyonların çeşitliliğine, derişimine ve çözeltinin pH'ına bağlı olarak diğer katıların yanı sıra struvit de içerebilir. Kristaller, struvitte bulunan aynı üç iyonu ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$ ) farklı oranlarda içerebilir veya çözeltideki diğer iyonların derişimleri ile oluşabilir (Tansel vd., 2018). Diğer iyonlar,  $\text{NH}_4^+$ 'ün yerini alabilir (örneğin,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$ ) veya  $\text{Mg}^{+2}$  (örneğin  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ) bulunur, bu nedenle, görünüm olarak struvite çok benzeyen kristaller elde edilebilir (Ravikumar vd., 2010). Ayrıca,  $\text{Ca}^{+2}$  iyonlarının varlığı, çözünürlüklerine bağlı olarak farklı tipte kristal bileşimlerinin çökeltmesine neden olabilir (örneğin, kalsiyum, pH yaklaşık 8.5 olduğunda fosfatlar olarak çökeltir) (Dunseth vd., 1970; Tansel vd., 2018).

$\text{Ca}^{+2}$ , amorf kalsiyum fosfatlar oluşturma potansiyeline sahip olduğundan  $\text{Mg}^{+2}$  ile rekabet edeceği ve MAP oluşumu ile  $\text{NH}_4^+$ -N geri kazanımını baskılayan ana elementlerden biri olduğu belirtilmektedir. Bu süreç, pH, atıksudaki giriş P, N ve Mg derişimleri (Ca/Mg oranı) ve reaksiyon süresi tarafından yönetilir. Genel olarak, Ca:Mg molar oranının 0,5'ten büyük olması  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{PO}_4^{-3}$  iyonları arasındaki reaksiyonu arttırdığı, dolayısıyla  $\text{NH}_4$ -N geri kazanımını azalttığı bildirilmektedir (Lee vd., 2013; Song vd., 2011). Huang vd., (2011b) Ca:Mg molar oranı 0'dan 0,75'e yükseltildiğinde,  $\text{NH}_4$ -N uzaklaştırma yüzdesinin %87,7'den %58'e düştüğünü tespit etmiştir.

Ayrıca atıksu içerisinde potasyum ( $K^+$ ) bulunabilir. Bu durumda  $NH_4^+$  ile rekabet ederek “Struvite-K” veya “Potasyum-struvit” olarak adlandırılan  $MgKPO_4 \cdot 6H_2O$  (MKP) oluşmaktadır (Di Iaconi vd., 2010; Wilsenach vd., 2007).

#### Struvitin Bitki Büyümesine Etkisi

Struvitin bitki büyümesinde gübre olarak kullanımı, ilk olarak 1857’de Murray tarafından önerilmiştir (Bridger vd., 1962 ). Struvitin gübre olarak çeşitli bitkiler üzerindeki etkisini değerlendiren çalışmaların çoğunda, kimyasal gübreler ile karşılaştırılabilir etkisi olduğu bildirilmektedir (Kataki vd., 2016).

Gong vd., (2018) yapmış oldukları çalışmada, MAP çökeltisinin üç sebzenin (su ıspanağı, amarant ve Çin hardalı) büyümesi üzerindeki gübreleme etkinliğini değerlendirmiştir. Kontrol saksıları ve potasyum klorür saksıları ile karşılaştırıldığında, MAP’ın uygulandığı saksılardaki su ıspanağının taze ağırlığı, kuru ağırlığı ve ortalama yüksekliğini, yakma etkisi olmadan bariz bir şekilde geliştirdiği belirlenmiştir. MAP’ın tarımsal üretim için yavaş salınan bir gübre olarak kullanımı için umut vaat eden bitkilerin gelişimini destekleyebileceğini göstermiştir (Gong vd., 2018). Yetilmezsoy vd., (2020) yapmış oldukları çalışmada, struvit ile gübrelenmiş toprakta yetiştirilen bitkilerde toplam yaş ağırlık, toplam kuru ağırlık ve yaş boy artış oranlarını kontrol saksılarına kıyasla; kediotu için %67, %52 ve %12, hıyar için %121, %75 ve %18, dereotu için %421, %260 ve %47, kişniş için %314, %318 ve %27, domates için %432, %566 ve %30, maydanoz için %285, %683 ve %26, fesleğen için %200, %225 ve %9, roka için %857, %656 ve %92, tere için sırasıyla %146, %115 ve %28 olarak elde etmişlerdir. Struvit dozlarının bitki gelişimi üzerine istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu görülmüştür. Tüm struvit dozlarında domates ve mısır bitkisinin kuru ağırlıkları, kontrol ve N uygulamalarından önemli ölçüde daha yüksek olduğu, ancak NPK uygulamasından farklı olmadığı tespit edilmiştir. Mısır ve domates bitkilerinin besin içerikleri ve kuru ağırlıkları dikkate alındığında 5,71 g struvit/kg toprak yeterli olduğu sonucuna varılmıştır (Uysal vd., 2014).

#### SONUÇ

Yetersiz veya hiç arıtılmayan atıksu içeriğinde bulunan  $NH_4-N$  ve  $PO_4-P$ , su kirliliği açısından önemli tehdit oluşturmaktadır. Biyolojik atıksu arıtımı ile oluşan çamurların anaerobik çürütülmesi ile biyokütlenin parçalanması sonucu çok yüksek derişimlerde  $NH_4-N$  ve  $PO_4-P$  çamur suyuna salınmaktadır. Çamur çürütme ile oluşan yüksek nutrient içeriğine sahip üst sızuların arıtma tesisine geri çevrilmesi, biyolojik reaktöre uygulanan  $NH_4-N$  ve  $PO_4-P$  yükünün artmasına neden olmaktadır. Çamur üst sızularının yan akımda ayrı arıtılması ilk yatırım ve işletme maliyetini yükseltmektedir. Yüksek nutrient derişimine sahip atıksulardan,  $NH_4-N$  ve  $PO_4-P$ ’un geri kazanılması son yıllarda özellikle fosforun kısıtlı kaynak olması nedeni ile araştırılmaktadır.

Struvit kristalleştirme yöntemi, farklı atıksu kaynaklarından verimli  $NH_4-N$  ve  $PO_4-P$  geri kazanımı için umut verici uygulamadır.  $NH_4^+-N$  geri kazanımını ve struvit saflığını bazı faktörler etkilemektedir. Aşırı doygunluk, pH (8,0–9,0) ve başta Ca olmak üzere yabancı elementlerin varlığı (Ca:Mg’nin molar oranı <0,5), hassas bir şekilde kontrol edilmesi gereken en çok etkileyen faktör olarak görülmektedir. Alternatif Mg ve P kaynaklarının kullanılmasının

kimyasal maliyetleri %68'e kadar azaltabileceği görülmektedir. Düşük maliyetli Mg ve P kaynaklarını, özellikle atık bazlı malzemeleri ve bunların struvit yönteminde uygulanabilirliği sürecin daha ekonomik olmasını sağlayabilir. Ayrıca tarımda üretim maliyetini düşüren yavaş salımlı değerli bir gübre olarak struvit kullanılabilir. Özellikle yakın gelecekte çıkarılan tüm P kayalarının tükenmesinden sonra başlıca P gübresi olması muhtemeldir. Bu nedenle, struvitin küçük ölçekli ve ticari üretimi için optimum koşulların geliştirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abbona, F., Calleri, M., Ivaldi, G., Synthetic struvite,  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ : correct polarity and surface features of some complementary forms. *Acta Crystallographica Section B: Structural Science*, 40(3), 223–227, 1984.
- Arslanoglu, H., Adsorption of micronutrient metal ion onto struvite to prepare slow release multielement fertilizer: Copper (II) doped–struvite. *Chemosphere*, 217, 393–401, 2019.
- Bao, X. D., Ye, Z. L., Ma, J. H., Chen, S. H., Lin, L. F., Yan, Y. J., Effect of pH on precipitate composition during phosphorus recovery as struvite from swine wastewater. *Huan Jing Ke Xue*, 32(9), 2598–2603, 2011.
- Battistoni, P., Fava, G., Pavan, P., Musacco, A., Cecchi, F., Phosphate removal in anaerobic liquors by struvite crystallization without addition of chemicals: preliminary results. *Water research*, 31(11), 2925–2929, 1997.
- Bhuiyan, M. I. H., Mavinic, D. S., Koch, F. A., Thermal decomposition of struvite and its phase transition. *Chemosphere*, 70(8), 1347–1356, 2008.
- Booker, N. A., Priestley, A. J., Fraser, I. H., Struvite formation in wastewater treatment plants: opportunities for nutrient recovery. *Environmental Technology*, 20(7), 777–782, 1999.
- Bridger, G. L., Salutsky, M. L., Starostka, R. W., Micronutrient sources, metal ammonium phosphates as fertilizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 10(3), 181–188, 1962.
- Chen, Y. N., Liu, C. H., Nie, J. X., Luo, X. P., Wang, D. S., Chemical precipitation and biosorption treating landfill leachate to remove ammonium–nitrogen. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 15, 395–399, 2013.
- Çelen, I., Türker, M., Recovery of ammonia as struvite from anaerobic digester effluents. *Environmental Technology*, 22(11), 1263–1272, 2001.
- Darwish, M., Aris, A., Puteh, M. H., Abideen, M. Z., Othman, M. N., Ammonium–nitrogen recovery from wastewater by struvite crystallization technology. *Separation & Purification Reviews*, 45(4), 261–274, 2016.
- Di Iaconi, C., Pagano, M., Ramadori, R., Lopez, A., Nitrogen recovery from a stabilized municipal landfill leachate. *Bioresource Technology*, 101(6), 1732–1736, 2010.
- Dockhorn, T., About the economy of phosphorus recovery. In *International conference on nutrient recovery from wastewater streams* IWA Publishing, London, UK., April, 145–158, 2009.
- Dunseth, M. G., Ultimate disposal of phosphate from waste water by recovery as fertilizer, National Service Center for Environmental Publications (NSCEP), Dearborn Chemical Division, United States. Federal Water Quality Administration, 1970.

- El Diwani, G., El Rafie, S., El Ibiari, N. N., El-Aila, H. I., Recovery of ammonia–nitrogen from industrial wastewater treatment as struvite slow releasing fertilizer. *Desalination*, 214(1–3), 200–214, 2007.
- Fattah, K. P., Assessing struvite formation potential at wastewater treatment plants. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3(6), 548, 2012.
- Gong, W., Li, Y., Luo, L., Luo, X., Cheng, X., Liang, H., Application of struvite–MAP crystallization reactor for treating cattle manure anaerobic digested slurry: Nitrogen and phosphorus recovery and crystal fertilizer efficiency in plant trials. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1397, 2018.
- Gunay, A., Karadag, D., Tosun, I., Ozturk, M., Combining anerobic degradation and chemical precipitation for the treatment of high strength, strong nitrogenous landfill leachate. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 36(10-11), 887-892, 2008a.
- Gunay, A., Karadag, D., Tosun, I., Ozturk, M., Use of magnesit as a magnesium source for ammonium removal from leachate. *Journal of Hazardous Materials*, 156(1-3), 619–623, 2008b.
- Heckenmüller, M., Narita, D., & Klepper, G., Global availability of phosphorus and its implications for global food supply: an economic overview (No. 1897). Kiel working paper, 2014.
- Heffer, P., Prud'homme, M., *Fertilizer Outlook 2014–2018*. Paris, France: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2014.
- Hertzberger, A. J., Cusick, R. D., Margenot, A. J., Maize and soybean response to phosphorus fertilization with blends of struvite and monoammonium phosphate. *Plant and Soil*, 461, 547–563, 2021.
- Huang, H. M., Xiao, X. M., Yang, L. P., Yan, B., Removal of ammonium from rare–earth wastewater using natural brucite as a magnesium source of struvite precipitation. *Water science and technology*, 63(3), 468–474, 2011a.
- Huang, H., Xu, C., Zhang, W., Removal of nutrients from piggery wastewater using struvite precipitation and pyrogenation technology. *Bioresource Technology*, 102(3), 2523–2528, 2011b.
- Jones, A. G., *Crystallization process systems*. 1<sup>st</sup> Edition, Elsevier, 2002.
- Kataki, S., West, H., Clarke, M., Baruah, D. C., Phosphorus recovery as struvite: Recent concerns for use of seed, alternative Mg source, nitrogen conservation and fertilizer potential. *Resources, Conservation and Recycling*, 107, 142–156, 2016.
- Kuşçu, Ö. S., Çelik, V. E., Biyolojik atık çamurdaki azot ve fosforun darbeli elektrik alan tekniği ile geri kazanımı ve struvit eldesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(6), 700–704, 2019.
- Lahav, O., Telzhensky, M., Zewuhn, A., Gendel, Y., Gerth, J., Calmano, W., Birnhack, L., Struvite recovery from municipal–wastewater sludge centrifuge supernatant using seawater NF concentrate as a cheap Mg (II) source. *Separation and Purification Technology*, 108, 103–110, 2013.
- Le Corre, K. S., Valsami–Jones, E., Hobbs, P., Parsons, S. A., Phosphorus recovery from wastewater by struvite crystallization: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39(6), 433–477, 2009.



- Lee, J. E., Rahman, M. M., Ra, C. S., Dose effects of Mg and PO<sub>4</sub> sources on the composting of swine manure. *Journal of Hazardous Materials*, 169(1–3), 801–807, 2009.
- Lee, S. H., Yoo, B. H., Kim, S. K., Lim, S. J., Kim, J. Y., Kim, T. H., Enhancement of struvite purity by re-dissolution of calcium ions in synthetic wastewaters. *Journal of Hazardous Materials*, 261, 29–37, 2013.
- Liao, P. H., Chen, A., Lo, K. V., Removal of nitrogen from swine manure wastewaters by ammonia stripping. *Bioresource Technology*, 54(1), 17–20, 1995.
- Liu, Z., Zhao, Q., Lee, D. J., Yang, N., Enhancing phosphorus recovery by a new internal recycle seeding MAP reactor. *Bioresource Technology*, 99(14), 6488–6493, 2008.
- Masindi, V., Fosso-Kankeu, E., Mamakoa, E., Nkambule, T. T., Mamba, B. B., Naushad, M., Pandey, S., Emerging remediation potentiality of struvite developed from municipal wastewater for the treatment of acid mine drainage. *Environmental Research*, 210, 112944, 2022.
- Mohan, G. R., Gadekar, S., Pullammanappallil, P., Development of a process model for recovery of nutrients from wastewater by precipitation as struvite. *Florida Water Resource Journal*, 1, 17–22, 2011.
- Nelson, N. O., Mikkelsen, R. L., Hesterberg, D. L., Struvite precipitation in anaerobic swine lagoon liquid: effect of pH and Mg: P ratio and determination of rate constant. *Bioresource Technology*, 89(3), 229–236, 2003.
- Prasad, R., Britton, A., Balzer, B., Schafran, G., Nutrient recovery by struvite crystallization process: virginia experience. In *WEFTEC*, Water Environment Federation, October, 344–358, 2007.
- Ravikumar, R. V. S. S. N., Chandrasekhar, A. V., Krishna, C. R., Reddy, Y. P., X-ray powder diffraction, thermal analysis and IR studies of zinc ammonium phosphate hexahydrate. *Optoelectronics Advanced Materials*, 4(2), 215–219, 2010.
- Rawn, A. M., Banta, A. P., Pomeroy, R., Multiple-stage sewage sludge digestion. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 104(1), 93–119, 1939.
- Romanowski, Z., Kempisty, P., Prywer, J., Krukowski, S., Torzewska, A., Density functional theory determination of structural and electronic properties of struvite. *The Journal of Physical Chemistry A*, 114(29), 7800–7808, 2010.
- Ryu, H. D., Kim, D., Lee, S. I., Application of struvite precipitation in treating ammonium nitrogen from semiconductor wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 156(1–3), 163–169, 2008.
- Schuiling, R. D., Andrade, A., Recovery of struvite from calf manure. *Environmental Technology*, 20(7), 765–768, 1999.
- Song, Y. H., Qiu, G. L., Yuan, P., Cui, X. Y., Peng, J. F., Zeng, P., ... Qian, F., Nutrients removal and recovery from anaerobically digested swine wastewater by struvite crystallization without chemical additions. *Journal of Hazardous Materials*, 190(1–3), 140–149, 2011.
- Tansel, B., Lunn, G., Monje, O., Struvite formation and decomposition characteristics for ammonia and phosphorus recovery: A review of magnesium–ammonia–phosphate interactions. *Chemosphere*, 194, 504–514, 2018.
- Uysal, A., Demir, S., Sayilgan, E., Eraslan, F., Kucukyumuk, Z., Optimization of struvite fertilizer formation from baker's yeast wastewater: growth and nutrition of maize and tomato plants. *Environmental Science and Pollution Research*, 21, 3264–3274, 2014.

- Wang, H., Cheng, G. W., Song, X. W., Xu, Z. H., Meng, J. J., Dong, C. Q., Pretreatment of high strength ammonia removal from rare-earth wastewater by magnesium ammonium phosphate (MAP) precipitation. *Advanced Materials Research*, Trans Tech Publications Ltd., 496, 42–45, 2012.
- Whitaker, A., Jeffery, J. W., The crystal structure of struvite,  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ . *Acta Crystallographica Section B: Structural Crystallography and Crystal Chemistry*, 26(10), 1429–1440, 1970.
- Wilsenach, J. A., Schuurbiens, C. A. H., Van Loosdrecht, M. C. M., Phosphate and potassium recovery from source separated urine through struvite precipitation. *Water Research*, 41(2), 458–466, 2007.
- Yetilmezsoy, K., Kocak, E., Akbin, H. M., Özçimen, D., Utilization of struvite recovered from high-strength ammonium-containing simulated wastewater as slow-release fertilizer and fire-retardant barrier. *Environmental technology*, 41(2), 153–170, 2020.
- Yetilmezsoy, K., Sapci-Zengin, Z., Recovery of ammonium nitrogen from the effluent of UASB treating poultry manure wastewater by MAP precipitation as a slow release fertilizer. *Journal of Hazardous Materials*, 166(1), 260–269, 2009.
- Yilmazel, Y. D., Demirer, G. N., Removal and recovery of nutrients as struvite from anaerobic digestion residues of poultry manure. *Environmental Technology*, 32(7), 783–794, 2011.
- Zhang, D. M., Chen, Y. X., Jilani, G., Wu, W. X., Liu, W. L., Han, Z. Y., Optimization of struvite crystallization protocol for pretreating the swine wastewater and its impact on subsequent anaerobic biodegradation of pollutants. *Bioresource Technology*, 116, 386–395, 2012.
- Zhang, T., Ding, L., Ren, H., Pretreatment of ammonium removal from landfill leachate by chemical precipitation. *Journal of Hazardous Materials*, 166(2–3), 911–915, 2009.
- Zhou, S., Wu, Y., Improving the prediction of ammonium nitrogen removal through struvite precipitation. *Environmental Science and Pollution Research*, 19, 347–360, 2012.

## STRES UYGULANAN RATLARDA SPIRULİNA DESTEĞİNİN HEMATOLOJİK PARAMETRELERE ETKİSİ

### SUPPORT OF SPIRULINA IN STRESS APPLIED RATS EFFECT ON HEMATOLOGICAL PARAMETERS

Azerbeycan, Baku. Ulviyya Aslanova  
Azebeycan Devlet Pedaqoji Universitesi, Biyoloji fakultesi.

#### ÖZET

Stres, organizmanın zorlanım gibi çeşitli durumlarda oluşan reaksiyonlara karşı verdiği fizyolojik ve davranışsal bir takım karmaşık cevaplardan oluşur. Bununla beraber, hemostatik mekanizmada strese karşı beslenmenin de rolü büyüktür. Çalışmamızda Spirulina platensis katkısının çeşitli stres modellerinin uygulandığı ratlardaki hematolojik yanıtlara etkisi araştırıldı. Ayrıca, hematolojik yanıtların yanında vücut ağırlığı, beden ölçüsü, vücut kitle indeksi ve organ ağırlıkları gibi bazı morfolojik parametreler de değerlendirilerek Spirulina katkısının strese karşı önemi değerlendirildi. Çalışmada 36 adet 10-12 haftalık yaşta ve 200-250 gr canlı ağırlığına sahip Sprague Dawley ırkı erkek rat kullanıldı. Deneyde kullanılan hayvanlar her kafeste üç adet rat olacak şekilde barındırıldı. Su ve yem ad-libitum olarak verildi. Gruplar sırasıyla; I: Kontrol (K), II: Stres (S), III: S. platensis (Sp) ve IV: S. platensis+Stres (SpS) olarak oluşturuldu. Deney süresinin 28 gün (4 hafta) olduğu çalışmada; Sp ve SpS gruplarına her gün gastrik gavaj yoluyla, 1500 mg/kg/gün dozunda S. platensis (Egert, İzmir- Türkiye) verilirken; K ve S gruplarına ise aynı yöntemle 1 cc çeşme suyu verildi. Çalışmanın ilk iki haftası boyunca aydınlatma periyodu 12 saat aydınlık: 12 saat karanlık olarak uygulanırken, son iki haftasında tüm ratlar aydınlık: karanlık döngüsü stresine (16 saat aydınlık: 8 saat karanlık) maruz bırakıldı. Ayrıca son iki haftada S ve SpS gruplarına tek başına barındırma ve kalabalık ortamdabarındırma stresleri uygulandı. Çalışma sonunda hematolojik parametreler değerlendirildiğinde akyuvar sayısı, nötrofil yüzdesi, nötrofil: lenfosit oranı ve sedimentasyon hızı verilerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken, diğer parametrelerde ise istatistiksel olarak bir fark tespit edilmedi. Kan değerlerindeki bu farklılığın stres ya da Spirulina katkısının stres etkilerini iyileştirici özelliğine dayandığı düşünülmektedir. Morfolojik parametreler değerlendirildiğinde ise gruplar arasında istatistik bir fark bulunmamasına rağmen pozitif bir etki gösterdiği söylenebilir. Sonuç olarak, eksojen bir antioksidan olan S. platensis 'in strese karşı etkili olabildiği ancak daha detaylı çalışmaların gerekli olduğu ifade edilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Stres, Spirulina platensis, Hematoloji, Morfolojik parametreler, Rat.

#### ABSTRACT:

Stress consists of a number of complex physiological and behavioral responses of the organism to the reactions that occur in various situations such as compulsion. However, nutrition against stress also plays an important role in the hemostatic mechanism. In our study, the effect of *Spirulina platensis* additive on hematological responses in rats in which various stress models were applied was investigated. In addition to the hematological responses, some morphological parameters such as body weight, body size, body mass index and organ weights were evaluated and the importance of *Spirulina*'s contribution to stress was evaluated.

In the study, 36 Sprague Dawley male rats, aged 10-12 weeks and weighing 200-250 g, were used. The animals used in the experiment were housed as three rats in each cage. Water and feed were given ad libitum. The groups are respectively; It was formed as I: Control (K), II: Stress (S), III: *S. platensis* (Sp) and IV: *S. platensis*+Stress (SpS). In the study where the experimental period was 28 days (4 weeks); While *S. platensis* (Egert, İzmir-Turkey) was given daily to Sp and SpS groups at a dose of 1500 mg/kg/day via gastric gavage; K and S groups were given 1 cc tap water with the same method. During the first two weeks of the study, the lighting period was 12 hours light: 12 hours dark, while in the last two weeks, all rats were exposed to light: dark cycle stress (16 hours light: 8 hours dark). In addition, in the last two weeks, S and SpS groups have been hosted alone and in crowded environments.

hosting stresses were applied. When the hematological parameters were evaluated at the end of the study, there were statistically significant differences in the white blood cell count, neutrophil percentage, neutrophil: lymphocyte ratio and sedimentation rate data.

While there was a significant difference in terms of statistical significance, no statistically significant difference was detected in other parameters. It is thought that this difference in blood values is due to stress or *Spirulina* additive's ability to improve stress effects. When the morphological parameters are evaluated, it can be said that although there is no statistical difference between the groups, it has a positive effect. In conclusion, it can be stated that *S. platensis*, an exogenous antioxidant, can be effective against stress, but more detailed studies are needed.

**Key words:** Stress, *Spirulina platensis*, Hematology, Morphological parameters, rat.

## 1. GİRİŞ

Stres, tipine ve yoğunluğuna bağlı olarak hayvanlarda adaptasyon problemleri ve patolojik değişiklikler oluşturabilmekte ve mevcut duruma uyum sağlanamadığı durumda ise vücudun sabit iç dengesinin (homeostazis) bozulmasına bağlı verim kayıplarına hatta ölümlere sebep olabilmektedir. Çevre sıcaklığının konfor aralığının (thermoneutral zone) üstünde veya altında olması, kalabalık ortamda veya grup halinde barındırılmaya alışmış hayvanların tek başına bırakılması gibi barındırma koşullarının değiştirilmesi, aydınlık: karanlık döngüsünde değişimler vücut fonksiyonlarında ciddi anlamda değişiklikler meydana getirebilen stres etkenlerinden bazılarıdır (Benyo ve ark., 2007 ve Sejian ve ark., 2011). Kemirgenlerin fizyolojik sınırlar içerisinde hayatlarını sürdürebilmesi için aydınlık: karanlık döngüsü önemlidir. Bu döngü hayvanlarda foto-periyodik hafızayı oluşturmaktadır. Normal

ışıklandırma döngüsünde hayvanların refah seviyesinde artış gözlemlenirken, uzun süre karanlıkta bırakılan ratların kalp atım sayısında azalma olduğu saptanmıştır (Azar ve ark., 2008). Canlıların fizyolojisi, biyokimyası ve davranışları sirkadyen ritim denilen günlük ritimlerle kontrol edilmektedir. Sirkadyen ritim sinirsel ve/veya ratın pineal bezinde bulunan humoral supra şiazmatik nucleus (SCN) ve karaciğer tarafından düzenlenmekte ve pineal bez hormonu olan melatonin salınımının artışı ile uyuma yardımcı olunmaktadır (Maronde ve ark., 2007). Işıklılandırma yanında çevre sıcaklığının konfor aralığının altında veya üstünde olması ve kalabalık ortamda barındırılmanın sebep olduğu stres faktörleri de hayvanlarda intestinal flora ile beraber yemden faydalanma, vücut ağırlığı artışı ve akabinde hematolojik parametreleri dolayısıyla vücudun savunma sistemini de etkilediği rapor edilmektedir (Tournot ve ark., 1969; Meddings ve Swain, 2000; Mawdsley ve Rampton, 2005 ve Marcelo ve ark., 2007). Hayvanların maruz kaldığı bir diğer stres faktörü ise sosyal bir ortamda

yaşamaya alışan hayvanların tek başlarına barındırılmasıdır. Yapılan çalışmalarda grup halinde barındırılan kemirgenlerin tek başına barındırıldıklarında depresif 2 belirtiler gösterdiği rapor edilmektedir (Palanza, 2001; Heinrich ve Gullone, 2006 ve Alison ve Brown, 2010). Bununla beraber, Planza (2001) fareler üzerinde yaptığı bir çalışmada, uzun süreli sosyal izolasyon uygulaması sonucu dişi farelerde, kaygı ve stres benzeri davranışlar gözlemlendiği bildirilmiştir.

Normal fizyolojik fonksiyonlar, büyüme ve gelişmenin sağlanması ve hayvanın hayatının sağlıklı bir şekilde sürdürebilmesi için beslenme ve hatta beslenme ile beraber kullanılan yem katkı maddeleri önemlidir. Son yıllarda hayvansal yem endüstrisinde kullanılan katkı maddeleri ile ilgili hayvan, insan ve çevre etkileşimi daha fazla dikkate alınmaktadır. Yem katkı maddelerinin hayvanların sindirim sistemini geliştirdiği, büyüme performansında ise genetik potansiyelin yakalanmasına yardımcı olduğu bilinmektedir. Hayvansal üretimde ürünün miktar, sıhhi kalitesi ve standartlara uygunluk yönünden iyileştirilebilmesi için yem katkı maddelerinden yararlanılmakta ve son yıllarda yem katkı maddeleri üzerine yapılan araştırmaların sayısı artmaktadır. Stres ile ilgili yapılan araştırmalarda, strese karşı koruyucu olarak E ve C vitamini gibi eksojen vitaminler, bazı mineraller ve doğal katkı maddeleri ilgi odağı olmaktadır (Botsoglu ve ark., 2002; Şengezer ve Güngör, 2008 ve Altiner ve ark., 2017). Yem katkı maddesi seçiminde, katkı maddesinin antioksidan özelliği, bağışıklık sistemi ve büyüme performansına etkisi önemlidir. Katkı maddesi seçiminde aranan en önemli özelliklerden biri ise protein ihtiyacını karşılayabilir olmasıdır. Doğal besin kaynağı olarak günümüzde kullanılan *Spirulina platensis* (*S. platensis*)'in kullanımı yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. Birçok hastalığın tedavisinde destekleyici olarak kullanımı yanında, sağlık üzerine etkisi ve etki mekanizmaları üzerine çalışmalar devam etmektedir. *Spirulina* planktonik, spiral şekilli, mavi-yeşil alg olup Meksika ve Afrika toplumlarının geleneksel gıdasıdır. Besin takviyesi amacıyla kullanılan *S. platensis*, hücre duvarında selüloz içermemesinden dolayı bağırsaklardan kolaylıkla emilir ve bu özelliğiyle canlılarda büyüme performansını arttırdığı bilinmektedir (Moreira ve ark., 2011; Seyidoglu ve Galip, 2014 ve Seyidoglu ve ark., 2017).

## 2. GENEL BİLGİLER 2.1. *Spirulina Platensis*

İlk foto-sentetik yaşam formlarından günümüze 3,6 milyar yıllık bir evrimsel sürece sahip olan Spirulina üzerindeki ilk bilimsel çalışmaların başlangıç tarihi günümüzden yaklaşık yarım asır öncesine aittir. (Koru, 2012). İnsanoğlunun mikro algleri ilk olarak ne zaman kullanmaya başladığına dair elimizde net bir veri bulunmamaktadır. 1513 yılında İspanyol tarihçisi Hernandoz kitabında, günümüzde Mexico City olarak bilinen yerde, Texcoco gölü sahillerinde yaşayan Aztekler'in Spirulina'yı yetiştirip gıda maddesi olarak kullandığını yazmıştır. 1959 senesinde ise Brandly yapmış olduğu gözlem ve araştırmalar sonucu Çad Gölü sahillerinde yaşayan bir kabilenin Spirulina alglerinden elde ettikleri yeşilimsi unu gıdalarına eklemelerinden dolayı diğer bölgelerde yaşayan yerlilerden daha sağlıklı ve iri olduklarını bildirmektedir (Khan et al., 2005). Oscillatoriaceae ailesine bağlı, mavi-yeşil renkli (siyanobakter) bir alg olan Spirulina, çok hücreli helikoidal filamentlerden oluşur (Hedenskog ve Hofsten, 1970) ancak spiral şeklinde hücresel yapısına sahip olan Spirulina (Şekil-1) prokaryotic yapısı nedeniyle bakteriyologlar tarafından bakteri olarak da kabul edilmektedir (Koru, 2012). Diğer alglerden farklı olarak daha sert koşullarda yaşamını sürdürebilmektedir. Örneğin sıcak alkali volkanik göllerde yetişebilen birincil organizmalardan biri olup Pasifik okyanusunun Japonya ve Hawaii sahilleri, Kuzey Amerika ve Güney Amerika'daki alkalik karakterli tatlı su gölleri, Asya, Afrika gibi geniş bir coğrafya algin yetiştiği habitat arasındadır. Spirulina platensis (S. platensis) ve Spirulina maxima besin takviyesi amacıyla en çok kullanılan türlerdendir (Khan ve ark., 2005). Eskiden beri gıda olarak kullanılan S. platensis'in kullanımını da son zamanlarda biyo-ürünler ve sağlıklı gıdaların gündeme gelmesiyle birlikte artmıştır. S.platensis ile ilgili Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü'nde yayınlanan bilimsel 5araştırma verilerinden sonra artarak devam etmiştir. Bu bilgiler yayımlandıktan sonra S. platensis NASA'nın dikkatini çekmiş ve uzay araştırmalarında gıda kapsülleri olarak kullanılmaktadır (Dalay ve ark., 2001).

Şekil-1: Spirulina'nın mikroskopik görüntüsü (Koru, 2012).

2.1.1. S. platensis' in Gıda Değeri S. platensis selüloz bulundurmayan hücre duvarı yapısına sahip olduğu için sindirimi ve hazmı kolaydır. Bu özelliği sindirim kanalında emilim bozukluğu olan bireyler ve yaşlılar için önem arz etmektedir. Et % 19, balık % 24, peynir % 25, soya % 30-34 oranında protein içerirken, % 60- 70 protein içeriği ile S. platensis soya fasulyesinin neredeyse iki katı kadar protein içermektedir (Seyidoglu ve ark., 2017). Bununla beraber S. platensis' in yapısında çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), vitaminler (A, B12 ve E) ve mineraller (çinko, magnezyum, manganez, selenyum ve demir) bulunmaktadır (Simsek ve ark., 2007). Son zamanlarda daha çok ilgi görme sebeplerinden biri ise 2000'in üzerinde enzim, gamma-linolenik, linoleik, araşidonik, esansiyel yağ asitlerini ve aynı zamanda tiamin, riboflavin gibi yüksek miktarda biyolojik değere sahip olan esansiyel aminoasitleri bünyesinde barındırmasıdır.

2.1.2. S. platensis'in Metabolik Etkileri

S. platensis hücre duvarı selüloz içermediği için bağırsaklardan sindirimi ve emilimi daha kolay gerçekleşir ve dolayısıyla biyo-yararlanım oranı daha yüksektir (Richmond, 1992). Ayrıca organizmadaki zararlı mikroorganizmaların üremelerine engel olurken faydalı olanların etkinliklerini artırır ve bu sayede canlıda ağırlık kazancını ve büyümeyi hızlandırır (Pulz ve Gross, 2004; Vural ve Celen, 2005 ve Doğan, 2012). Wistar ırkı ratlarda yapılan çalışmalarda Spirulina katkısının canlı ağırlığı ve yemden yararlanmayı arttırdığı bildirilmektedir (Araujo ve

ark., 2003 ve Moreira ve ark., 2011)S. platensis lipit ve karbonhidrat metabolizmasını düzenleyerek kolesterol ve glikoz seviyelerinde düşüşe neden olmaktadır. İnsanlarda, Spirulina ile beslenen bireylerin kolesterol, trigliserit ve düşük dansiteli lipoprotein (LDL) seviyelerinin daha düşük olduğu bildirilmektedir (Kato ve Takemoto, 1984). Trigliserit miktarlarını düşürücü etkisinin içeriğinde bulunan gama linoleik asit, lif ve yüksek proteine bağlı olduğu rapor edilmektedir. Spirulina'nın hipokolesterolemik etkisinin ise yapısındaki c-fikosiyanine bağlı olduğu; bu etkisini jejunumdan kolesterol ve ileal safra asidi emilimini engelleyerek gösterdiği kanıtlanmıştır. Bununla beraber, Spirulina'nın içerdiği c-fikosiyanın yüksek sistin içeriği nedeniyle kuvvetli hipokolesterolemik etkisi olduğu düşünülmektedir. Cheong ve ark. (2010) yüksek kolesterol diyeti ile besleyerek hiperkolestrolemi oluşturdukları Yeni Zelanda Beyazı ırkı tavşanlarda yaptıkları denemede, 8 hafta süresince diyete Spirulina ilavesinin, serum trigliserit ve kolesterol seviyelerini düşürmesiyle bağlantılı olarak hiperkolesterolemik atherosklerozisi azaltabileceğini rapor etmişlerdir. Ayrıca cfikosiyanın ile yapılan çalışmalarda diyete Spirulina ilavesinin metabolizmanın oksidan - antioksidan dengesinin sağlanmasında önemli olduğu belirtilmektedir (Khan ve ark., 2005; Sharma ve ark., 2007 ve Karadeniz ve ark., 2009).

### 2.1.3. S. platensis' in Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi

Deney hayvanları üzerinde yapılan araştırmalarda, Spirulina yapısında bulunan fikosiyanınin hematopoez (kan yapımı) üzerinde uyarıcı etkisi olduğu belirtilmektedir. Spirulina'nın, eritropoezin (Erythropoiesis) uyarılması için gerekli eritropoietin (EPO) hormonu salınımını arttırdığı, yapısındaki c-fikosiyanın aracılığı ile polisakkarit ve akyuvar üretiminde de uyarıcı etkiye sahip olduğu ve bu sayede immun sistem hücrelerinin mobilizasyonunu uyardığı rapor edilmektedir (Qureshi ve Ali, 1996). Fareler üzerinde yapılan bir deneyde Spirulina'nın yapısında bulunan fikosiyanın ve polisakkaritlerin, dalak ve timüs gelişiminde önemli olduğu belirtilmekle beraber bu maddelerin kemik iliğinde bağışıklık hücre üretimini arttırdıkları da ortaya konmuştur (Zan ve ark., 2001). Simsek ve ark. (2007) otuz adet Wistar Albino ırkı dişi rata 30 gün boyunca, günlük 300 mg/kg S. platensis vermişler ve 0, 15 ve 30. günlerde aldıkları kan örneklerinden alyuvar sayısı, hemoglobin miktarı, lökosit ve T hücre sayılarının 30. günde, 0 ve 15. günlerden, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Farklılığın Spirulina'nın kemik iliği hücre aktivitesini arttırmasından kaynaklı olabileceği belirtmektedir. "African Sharptooth Catfish" ırkı balıklarda yapılan bir çalışmada ise %5 oranında Spirulina katkısının kırmızı ve beyaz kan hücreleri ile lizozom aktivitesini arttırdığı ve bu durumun Spirulina algi içerisindeki c-fikosiyaninden kaynaklandığı belirlenmiştir (Promya ve Chitmanmat, 2011). S. platensis antioksidan içeriğine bağlı olarak sedimantasyon hızı değerlendirildiğinde bazı çalışmalarda fark görülmediği (Milağius ve ark., 2004); bazı çalışmalarda ise artış olduğu bildirilmektedir (İta ve ark., 2016). İbrahim ve Kamal El-Dein'in (2014) 8 haftalık yaştaki Swiss Albino ırkı fareleri tüm vücutlarını gamma radyasyonuna maruz bırakmışlar ve Spirulina'nın radyasyonun oluşturduğu olumsuz hematolojik ve biyokimyasal etkileri hafiflettiğini ve sedimantasyon değerini düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

## 3.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma Sprague-Dawley ırkı erişkin erkek sıçanlarda, diyete spirulina ilavesinin, aydınlık karanlık stresi, tek başına barındırılma stresi ve grup halinde barındırma streslerine birlikte maruz bırakılması neticesinde bazı hematolojik, morfolojik ve organ ağırlıkları üzerine muhtemel etkilerinin gözlenmesi için gerçekleştirildi. Spirulina ilavesinin sıçanlarda karma strese bağlı incelenen parametreler açısından olumlu yönde etkilediği kanaatine varıldı.

### 3.1. Stres ve Strese karşı *S. platensis*' in Hematolojik Parametreler Üzerine Etkileri

Beş haftalık deneme sonunda ratlardan alınan kan örneklerinden elde edilen hematolojik parametrelere göre Kontrol, Stres, Spirulina ve Spirulina + Stres gruplarına ilişkin olarak, akyuvar sayısı, nötrofil yüzdesi, nötrofil: lenfosit oranı ve sedimentasyon hızı değerlerinde istatistiksel düzeyde farklılıklar gözlemlendi. Akyuvar sayısı, Stres grubunda Kontrol grubuna göre istatistiksel olarak azalmasına karşın (Tablo-1; p: 0,026); nötrofil ve nötrofil: lenfosit oranında ise S grubunda artma saptandı (Tablo-1; p: 0,009; p: 0,002, sırasıyla). Stres ve Spirulina + Stres gruplara bakıldığında ise, Spirulina + Stres grubunda Stres grubuna göre akyuvar sayısının istatistiksel olarak yüksek olduğu saptanmış (p: 0,014), nötrofil sayısı ile nötrofil: lenfosit oranında ise istatistiksel olmasa da azalma belirlendi (p: 0,662; p: 0,792, sırasıyla). Diğer hemogram parametreleri ratlar için bildirilen normal değişim sınırları içerisinde (Tablo-1). Akyuvar sayısının, Stres grubunda Kontrol grubuna göre azaldığı, bunun da stresin akyuvar sayısının düşmesine neden olabileceğini düşündürmektedir. *S. platensis* verilen ve stres uygulanan ratlarda akyuvar sayısının Stres grubu ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu ve *S. platensis* katkısının, stresin akyuvar sayısını düşürücü etkisine olumlu yönde düzelttiğini akla getirmektedir. Akyuvar 34formülü değerleri incelendiğinde, strese bağlı olarak lenfosit yüzde oranının Stres grubunda Kontrol grubu karşılaştırıldığında düşüş eğiliminde olduğu, monosit ve nötrofil yüzde oranlarının ise Kontrol grubu ratların monosit ve nötrofil yüzde oranı değerlerinden yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Değerlendirilen akyuvar formula verilerinden sadece nötrofil yüzde oranının Stres grubundaki artışın istatistiksel düzeyde önemli olduğu saptandı. Nötrofil: Lenfosit oranının, Stres grubunda Kontrol grubuna göre istatistiksel oranda yüksek olduğu görülmektedir. Araştırmacılar sıcaklık, kalabalık ortamda barındırılma, ışıklandırma ve diğer stres etkenlerinin, enerji harcamadaki artıştan dolayı organizmada strese neden olabileceğini bildirmişlerdir (Zulkifli ve ark., 2003; Redmond ve ark., 2011 ve Huth ve Archer, 2015). Yapılan çalışmalarda kalabalık, ışık, yalnızlık ve sıcaklık gibi stress koşullarının özellikle akyuvar hücrelerinde azalma ve stres göstergesi olan nötrofil: lenfosit oranında ise artışa neden olduğunu bildirmektedir (Price ve ark., 2003 ve Lynch ve ark. 2010). Kümes hayvanlarında yapılan bir çalışmada yaz aylarında ıçak stresine maruz kalan tavuklarda nötrofil: lenfosit oranında azalma olduğu tespit edilmiştir (Zulkifli ve ark., 2003). Bununla beraber kan değerlerinde gözlenen artış yada azalma gibi farklı sonuçlar da rapor edilmiştir (Knowles ve ark., 1995; Bed'anov'a ve ark., 2006 ve O'Loughlin ve ark., 2011). Knowles ve ark. (1995) yaptıkları çalışmada ruminantlarda nakil stresinin hematokrit değeri düşürdüğünü saptamışlardır. Çalışmamızdaki stres ve kan parametreleri ile ilgili benzer sonuçlar O'Loughlin ve ark. (2011)' nin çalışmasında gözlemlenmiştir. İlgili çalışmada gebelik stresinde eritrosit, hematokrit ve akyuvar değerlerinin düştüğü, nötrofil yüzde oranı ve nötrofil: lenfosit oranının ise arttığı gösterilmiştir. Sedimentasyon ölçümü hastalıklarda klinik olarak oldukça yaygın kullanılan bir parametredir (Gibson, 1960). Akut faz cevabına yol açan doku hasarı serumda fibrinojen, C-reaktif protein (CRP) ve serum amyloid-A proteini miktarında belirgin artışa ve



albümin miktarında azalmaya neden olur. Eritrosit Sedimentasyon Hızı da akut faz cevabının varlığı, ayrıca inflamasyonun yaygınlığı ve derecesinin belirlenmesi, tedavi sonrası akıbeti hakkında bilgi edinilmesinde kullanılan testlerden biridir (Kalayoğlu, 2005). Hastalıklarda oluşan inflamasyona bağlı olarak sedimentasyon değerinin arttığı ve düşük hemoglobin değeri ile beraber değerlendirildiği bildirilmiştir (Miale, 1962). Keskin ve ark. (2019) yaptıkları bir 35çalışmada Behçet Hastalığına bağlı artmış oksidatif streste kan sedimentasyon değerini kontrol grubu hastalara göre yüksek bulmuşlardır. Yine insanlarda yapılan bir çalışmada stres durumunda inflamatuvar indikatörü olarak değerlendirilen sedimentasyon değerinde gruplar arasında farklılık saptanmamıştır (Zanten ve ark., 2005). Çalışmamızda enflamatuvar aktiviteyi belirlemede kullanılan hematolojik parametrelerden biri olan 12 saatlik sedimentasyon hızının Stres (S) grubunda (4,50 mm/12sa) Kontrol (K) grubuna (9,17 mm/12sa) göre düşme eğiliminde olduğu gözlenmiştir (p: 0,002). Ancak S. platensis uygulanan Stres (SpS) grubu (8,50 mm/12sa) ile Stres grubu (4,50 mm/12sa) karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir artma olduğu gözlenmiştir (p: 0,002)Bu durum S. platensis' in sedimentasyon değeri üzerinde stresin oluşturduğu negatif etkiyi ortadan kaldırması olarak değerlendirilebilir.Organizmanın strese karşı kendi savunma sisteminin yanında vitamin E ve C,mineraller ve doğal antioksidanlar eksojen katkılar olarak uygulanabilmektedir(Botsoglu ve ark., 2002 ve Altiner ve ark., 2017). Bu katkılar arasında bulunan Spirulina yüksek protein, polifenol, fikosiyanın, mineraller ve vitamin C gibi antioksidan içeriğinden dolayı ilgi çekmektedir (Khan ve ark., 2005 ve Seyidoglu ve ark., 2017). S. platensis ile ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde katkı maddesi olarak 300 mg/kg dozda verildiği bir araştırmada ratların eritrosit ve hemoglobin miktarlarının arttığı bildirilmektedir (Simsek ve ark., 2007). Ayrıca nötrofil ve lenfosit sayısının ise istatistiksel olmasa da deneme başlangıcından sonuna kadar kademeli olarak arttığı belirtilmektedir. Balıklarda yapılan bir çalışmada ise %3 ve %5 oranlarında S. platensis katkısının hayvanlarda alyuvar ve akyuvar sayısını istatistiksel olarak arttırdığı bildirilmektedir. Ayrıca araştırmacılar bu sonuçların S. platensis'in kemik iliği kök hücrelerinin aktivitesini arttırabileceği ve dolayısıyla organizmanın bağışıklığının kuvvetlendirmesiyle bağdaştırmışlardır (Prompya ve Chitmanat, 2011).Yapılan bir çalışmada ratlarda petrol sindirimine bağlı oluşan inflamasyonda bal, vitamin C ve E gibi antioksidan katkılarının stress indikatörü olan sedimentasyon değeri arttırdığını bildirilmektedir (Ita ve ark., 2016). Benzer sonuçlar çalışmamızda da gözlenmiş ve strese karşı uyguladığımız S.platensis katkısının antioksidan özelliğinden dolayı sedimentasyon değeri arttırdığı ve strese bağlı azalmanda etkili olduğu belirlendi. Bununla beraber çalışmamızda 36strese bağlı artan nötrofil yüzde oranı ve nötrofil: lenfosit oranı değerlerinin strese karşı Spirulina katkısı ile olumlu yönde azaldığı gözlendi (Tablo-1). Bu etki S. platensis'in zengin içeriğiyle yorumlanabilir. Bununla beraber, Stres grubundaki (S) lenfosit sayısının istatistiksel olmasa da Kontrol grubuna göre azalma eğilimi göstermesi ve Spirulina katkısı (SpS grubunda) ile bu azalmanın Kontrol grubu değerine yaklaşması, Spirulina'nın savunma sistemini güçlendirmesi ile ilişkilendirilebilir.

## KAYNAKLAR

- Aldwin C, Nath R (2019) Erythrocyte Sedimentation Rate as a Biomarker for Stress and Aging Research DOI: 10.1093/acrefore/9780190236557.013.354.
- Alison LM, Brown RE et al (2010) The lonely mouse: Verification of a separation-induced model of depression in female mice. *Behavioural Brain Research* 207: 196–207.
- Altınçekiç ŞÖ, Koyuncu M (2012) Çiftlik Hayvanları ve Stres. *Hayvansal Üretim* 53: 27-37.
- Altiner A, Atalay H, Bilal T (2017). Bir antioksidan olarak E vitamini. *Balikesir Sağlık Bilimleri Dergisi* 6: 149-157.
- Arabi H, Kanani HG, Shahsavani D, Harsij M et al (2016). Improving effect of *Spirulina platensis* on hematological parameters in *Cyprinus carpio* exposed to sublethal doses of cyanide. *Comp Clin Pathol* 25: 335–342.
- Armario A, Castellanos JM, Balasch, J. et al (1984). Effect of crowding on emotional reactivity in male rats. *Neuroendocrinology* 39: 330–333.
- Araújo KGL, Facchinetti AD, Santos CP (2003) Influence of intake of *Spirulina* biomass on body weight and feed intake in rats. *Sci. Technol. Food* 23: 6-9.
- Azar TA, Sharp SL, Lawson DM (2008) Effect of Housing Rats in Dim Light or Long Nights on Heart Rate. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 47: 25-34.
- Baltaş Z, Baltaş A (2005) Stres ve Başa Çıkma Yolları. Remzi Kitabevi, İstanbul, s:321.
- Bed'anov' IE, Voslarova PV, Pistekova VV, et al (2006). Stress in broilers resulting from shackling. *Acta Vet. Brno* 76: 129–135.
- Benyo Z, Szabo C, Kova AP (2007). Prevention of the hemorrhagic hypotension-induced hepatic arterial vasoconstriction by L-arginine and naloxone. *Shock* 11: 342–346.
- Bochen K, Krasowska A, Milaniuk S, et al (2011) Erythrocyte sedimentation rate –an old marker with new applications. *J Pre Clin Clin Res* 5: 50–55.
- Botsoglou NA, Florou-Paneri P, Christaki E et al (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science* 43: 223-230.

## THE ROLE OF MEDICAL INSURANCE AND EVALUATION MECHANISMS IN THE HEALTH SECTOR OF AZERBAIJAN

**Albina Chingiz HASHIMOVA**

Azerbaijan State Academy Of Physical Education And Sport, Baku (Azerbaijan)

<https://orcid.org/0000-0002-9866-5865>

### ABSTRACT

In order to protect both themselves and their property, in short, their material and moral interests, people created a common tool called insurance. As a result of the researches, it was determined that the basis of insurance arises from the creation of people's personal property.

In the Middle Ages, the insurance business was formed as an institution. In the market economy environment, no commercial contract is signed and no company operates without insurance in the advanced countries of the world. In these countries, every citizen and person has an insurance certificate related to property, life, and health.

In modern times, interest in insurance is increasing in our republic. Regardless of the existence of different views on insurance, what is necessary is that the insured person gets the chance to receive the insurance payment, that is, the economic compensation. The insurance certificate does not exclude the dangers that may occur in the insured person's life, but prevents and protects against negative consequences. In simple terms, insurance is related to the payment of damages, it is a means of protecting the property interests of the insured people.

There are different types and forms of insurance. According to the Law of the Republic of Azerbaijan "On Insurance", insurance consists of two main parts: life and non-life insurance.

One of the types of voluntary insurance in the field of non-life insurance is health insurance. Medical insurance - provides full or half compensation of the costs incurred in connection with the examination and treatment of medical institutions, as well as the purchase of medicines, based on the fact that the insured person suffers from a disease specified in the insurance contract.

Thus, in the conditions of market relations, insurance fields, especially health insurance, which is one of their types, play a special role. It is required to determine the role of health insurance, its place in the health care system.

**Keywords:** healthcare sector, medical insurance, compulsory insurance, non-life insurance, human health.

### HEALTH SYSTEM IN AZERBAIJAN AND CURRENT STATE OF ITS FINANCING.

Health care is a sphere of activity of the state, the purpose of which is to provide necessary medical services to the population. The financing system of this field is an important part of the adoption of social, political, medical, scientific and cultural measures aimed at maintaining an active life of each person and providing him with medical assistance in case of bad health.

One of the main priorities of the healthcare system of Azerbaijan is to adapt the indicators of medical services to modern world standards. The dynamic economic development in our republic has given the main impetus to the development of all social sectors, as well as health

care. In particular, it should be noted that recently, the development of Azerbaijan's health care, which has followed a path of development corresponding to world standards, has increased noticeably.

No one can deny that the health care of our country has changed in an incomparable way between twenty years ago and today. It is clear that in the first years of our independence, the Republic of Azerbaijan, which was conducting politics during the war, faced economic crises. In particular, the health care situation was not so good. Necessary medical equipment and medicine were missing. As a result of continuously implemented preventive measures, the spread of infectious diseases was prevented in Azerbaijan.

**Table 1: Demographic indicators in the health care system (for 2018-2021) (in percent)**

Years	Born	The dead	Natural increase
2018	58%	47%	11%
2019	59%	41%	18
2020	64%	39%	25%
2021	72%	35%	37%

Source: [www.stat.gov.az](http://www.stat.gov.az)

In order to create new economic foundations of the financing of the healthcare system of the Republic of Azerbaijan, improve the management of this area, further improve the quality of medical services provided to the population and start the implementation of compulsory medical insurance, the theory of the reform of the healthcare financing system and the introduction of medical insurance in the country was approved.

The successful economic policy implemented in the Republic of Azerbaijan in recent years has created a favorable basis for bringing medical services to the population up to modern standards and strengthening the material and technical base of this system. A number of state programs for the prevention of major diseases in the field of health care have been adopted and the issues of financial guarantee of their implementation have been resolved.

The high development of the country's economy in recent years has led to a significant increase in public spending on health care. A number of important state programs in the field of health care have been adopted and the material and technical base of medical institutions has been improved. In addition to the above, it is impossible to bring the quality of medical services to the population to the desired level without improving the existing financing mechanisms of the healthcare system. From this point of view, it is necessary to further deepen the reforms in the healthcare system, establish the financing of the field on a new basis, and the current situation has conditioned the adoption of this Concept.

From 1992 to 2003, the birth rate decreased continuously, and only in recent years this process has started to improve. Despite the relatively stable level of the death rate, cases of increase in the death rate were noted in individual years. The general morbidity indicator of the republic's

population has not changed significantly from 1992 to the present period, and approximately 18 thousand cases of morbidity per 100 thousand people have been registered.

According to the information of 2021, the indicator of the provision of beds in medical institutions in the republic was 813 beds per 100,000 people, which is more than the indicator (631) in developed European countries. The number of doctors exceeds 30,000 people, and there are approximately 365 people per 100,000 people. This corresponds to the average indicator (352) in European countries.

The main goals of the reform of the healthcare financing system are as follows:

Establishing the financing of the health care system on a new economic basis and increasing the population's access to medical services;

Increasing the level of medical care with more effective use of state funds allocated to the health sector;

Improving the health of the population and increasing the average life expectancy.

In order to achieve the above-mentioned goals, reforms are planned to be implemented based on the following principles:

Providing all citizens with free medical care at the level of services included in the base (main services) envelope;

Fulfillment of the right to health protection established in the Constitution of the Republic of Azerbaijan;

Creation of necessary conditions for legal and natural persons providing medical services regardless of the form of ownership.

The introduction of compulsory health insurance and the creation of new management methods in this field is one of the most realistic ways to eliminate the current problems in the healthcare financing system in the Republic of Azerbaijan. Compulsory health insurance will allow the creation of an additional source of income for the health care system, will result in more efficient use of costs by concentrating health care resources, and will increase the opportunities for citizens to use better quality medical services.

The introduction of the system of compulsory medical insurance will form qualitatively new relations in the field of medical services. So, regardless of the form of ownership, the medical services included in the basic envelope provided by medical institutions to citizens will be paid through compulsory medical insurance.

Medical systems help doctors and nurses diagnose and treat patients. Hospitals and clinics rely heavily on computer technology to examine patients, treat disease, advance medical science, and deliver health care services.

In recent decades, the world has gained great health. People are living longer than ever before, fewer children are dying early, and access to life-saving drugs and vaccines is expanding. But it is clear that a new approach is required that meets the health and development challenges of the twenty-first century—one that invests in health systems that can meet the diverse health needs of people at all ages and stages of life.

Today, we recognize the importance of strong primary health care as a foundation for sustainable development and building the future we all want and deserve. At recent global meetings on HIV/AIDS, non-communicable diseases and tuberculosis, scientists, advocates and world leaders recognized that the power to address these epidemics can address people's

complex and diverse health needs side-by-side, starting with strong health systems. In Astana, Kazakhstan, in October 2018, policymakers, advocates, patients and partners recommended strong primary health care for the foundation and future health of all.

Although primary health care is different in each country, there are common building blocks that form the foundation for success. A strong health system enables facilities in the right places in their communities to access the basic care services they need, when they need them; health care providers trained, empowered and encouraged to provide quality primary care; systems and policies that ensure essential medicines, vaccines and diagnostics are in place and of high quality. Necessary funding underpins the success of the entire system, and countries can provide a basic package of primary care services for everyone that people can afford.

In primary health care, people and families connect to trusted health professionals and support systems in their lives and can access a wide range of services from family planning and routine immunizations to disease treatment and chronic condition management.

Healthcare reform should ensure the creation of equal conditions for obtaining medical services for

the population, the improvement of the quality of medical services, and the establishment of healthcare that meets modern standards in Azerbaijan.

Establishing healthcare financing mechanisms on a new basis will enable more efficient use of public funds. If we look at the state expenditures on health care, we can see that since health care is an important infrastructure of every country, the funds allocated to it are increasing year by year. Government spending on healthcare can be seen in the chart below.

## **2. CURRENT ACTIVITY OF THE MEDICAL INSURANCE MARKET IN OUR REPUBLIC ANALYSIS.**

Before analyzing the current situation of the health insurance market in our republic, it should be noted that in general, if we evaluate the insurance market, it will be determined that in January-December 2021, 28 insurance companies in Azerbaijan collected an average of 429.2 million manat insurance premiums. According to the Association of Azerbaijan Insurers, this is 23.5 million manats or 5.8% more than in 2020.

The amount of insurance payments made by insurance companies during 2021 was approximately 157.1 million manats. This is 34.3 million manats or 28% more than in 2017. 36.6 manats were paid for every 100 manats collected in the insurance market. This indicator was 30.3 manats in 2020. In the life insurance market, collection increased by 53%, payment increased by 7.4 times. In the non-life insurance market, collection decreased by 3.8%, payment increased by 8.1%.

**Table 2: Insurance premiums collected on the general insurance market of Azerbaijan in 2017-2021.**

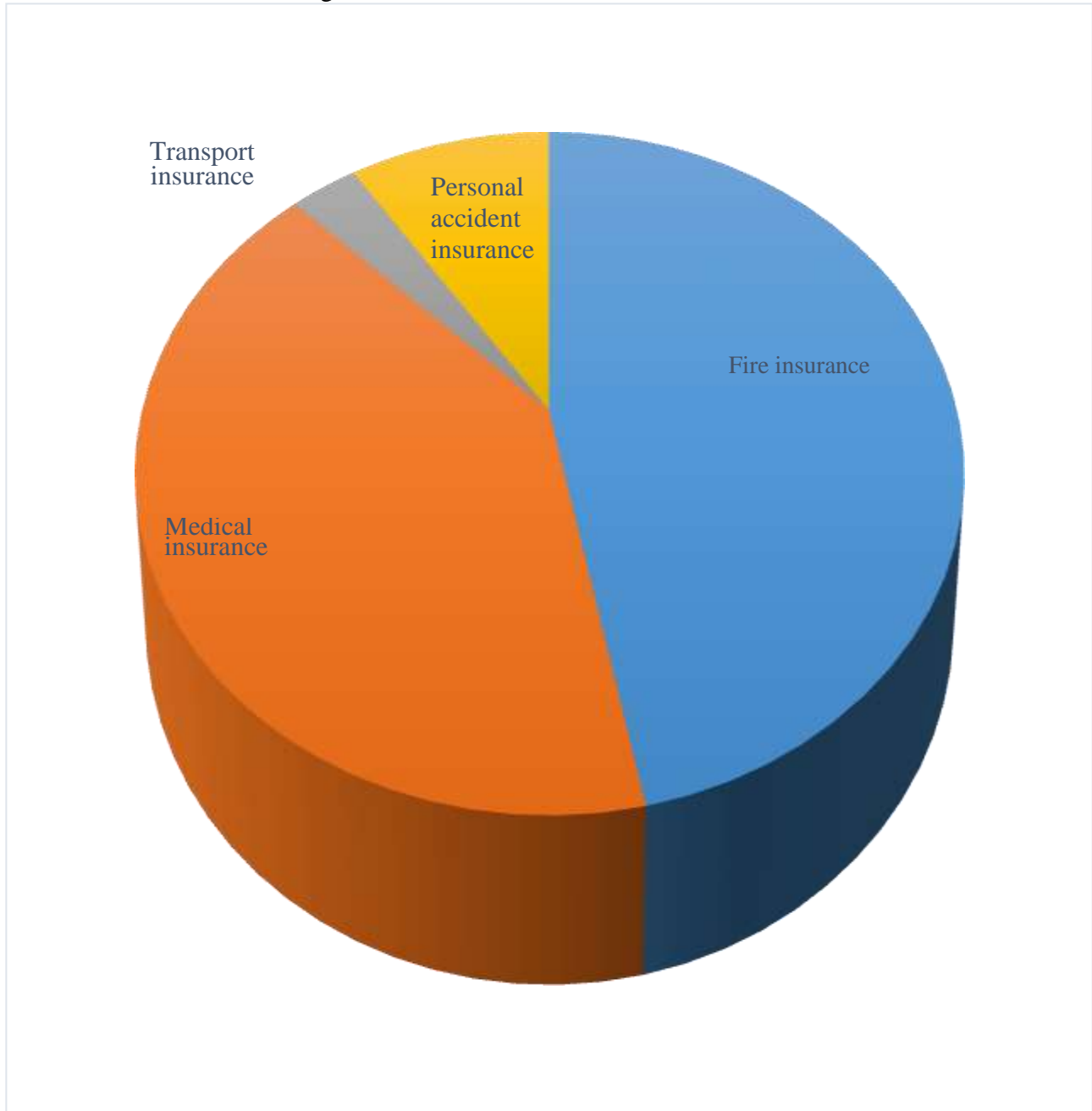
<b>Years</b>	<b>(million, AZN)</b>
<b>2017</b>	429,2
<b>2018</b>	442,9
<b>2019</b>	486,1
<b>2020</b>	556,9
<b>2021</b>	598,3

**Source:** [www.stat.gov.az](http://www.stat.gov.az)

An individual program is prepared for each company, taking into account the client's activity characteristics, number of employees, his needs, wishes and budget possibilities. Our client can design a suitable health insurance program using the list of services we provide. For example, the services include emergency care, ambulatory care, inpatient care, dental care, drug provision, pregnancy follow-up, vaccination, etc. can be shown.

**Figure 1: Location of health insurance among insurance areas (in percentage)**

Source: www.stat.gov.az



The increasing role of medical insurance in healthcare is one of the issues attracting attention in modern times. Thus, the voluntary provision of medical insurance is one of the most important areas.

In the modern democratic era, the increase in drug prices, the globalization of diseases, and the increase in the risk of death have started to develop the health insurance market. everyone wants to insure their health. In doing so, they find psychological comfort.

Innovations in the health insurance market are increasing day by day. So, already in 2025, insurers will be able to receive medical services at home. The cost of home care was \$100.

The health insurance market in our republic is financed by taxes. So, the incoming income is collected in a certain fund. Insurance payments are financed continuously for a total of 10 years.



The growth in the health insurance market in 2018 was 5.2%. This means an increase of 3.2% compared to 2017. Among other insurance areas, the increase in health insurance has also increased health insurance payments.

Many countries are debating whether to privatize part or all of public health insurance or national health services. In the Republic of Azerbaijan, there is a broad consensus that the government should provide health insurance so that a larger share of the population does not have to pay for health services. Political debate centers on whether this health insurance program should supplement the expanded private insurance system or replace private insurance. This growing demand for state intervention in health care is a direct result of two fundamental problems of financing health services in our republic in the 1980s and 1990s. One problem is the rise in health care and health insurance. This is a problem that exists in part of our country with many industrialized countries. A second problem is the growing number of people who are uninsured for health care costs, a problem that is virtually unique to the United States among industrialized countries and that finances health care services. The combined pressure of these two forces has created growing political support for sweeping reforms to address these problems, and this political pressure brings the country to a critical choice point.

Health insurance for the elderly, which is a type of health insurance for most people in our country, is better developed. Almost the entire senior population, 65 years of age or older, is covered by Medicare, the federal social insurance program that covers about half of seniors' health care costs. To cover some of the costs not covered by Medicare, most of these seniors also have private insurance, or Medicaid, a social security program that covers about half of the poorest population (mostly those eligible for federal public assistance).

Reduced access to health care due to lack of insurance can lead to severe declines in the health status of individuals. As a result of research, it has been found that women, their children and people with chronic diseases are especially at risk.

Finally, although the uninsured receive less health care than the insured population, everyone pays for the care that the uninsured receive. In 1988, more than 8 billion dollars were spent on the hospitals of our republic. Individual and business taxpayers bear the financial burden of uncompensated care provided to public hospitals, but these public facilities are inadequately funded to meet the health care needs of this population.

Employers and employees pay for most of the free care provided by private hospitals. That is, the costs of such care, which are not paid by the patient, are transferred to the accounts of insured patients, mainly employees of companies that do not provide health care. But in the past few years, employers have been demanding hospital discounts as such "price shifting" has become more difficult, finding ways to keep uninsured patients at more private hospitals. Hospitals in cities across the country have temporarily closed their emergency rooms, some have closed their ambulances to emergency ambulances, and many have closed their trauma centers. These measures affect the entire community – insured as well as uninsured. Having health insurance is useful in case of medical emergencies. These days, the cost of medical services in the country has increased significantly due to the increased demand for medical services. In addition to increasing medical awareness and taking preventive measures against disease, health insurance is even more important. Having health insurance is useful in case of medical emergencies. Many people need to use their savings for a medical emergency that often

affects their health, but also threatens personal goals like education and marriage. By closely assessing his financial situation and requirement, he can prepare a plan and finance against medical emergencies through a health insurance plan.

There are many reasons why a health insurance policy is as useful as it is important:

Medical services are expensive. The rising costs of medical treatment are subscribing to suitable health insurance policies. However, when it comes to health insurance, investment decisions are only fruitful if they are informed and well researched. Therefore, a suitable health insurance policy can provide inflation protection.

Today, insurers offer a wide range of health insurance policies with numerous features and options to choose from. While there are hundreds of options available to a potential policyholder to match their health insurance, making the right decision can be a daunting task due to the extreme changes available today. For this reason, experts emphasize the importance of learning about the various aspects of insurance in order to fulfill one's insurance needs well. For every year that a claim is not filed by a claimant against the health insurance plan, the insurer gives the customer a bonus in the form of additional cover. A health insurance plan may not provide any coverage in the first year but offers a substantial amount as a savings bonus in subsequent years. Some insurers offer this bonus in the form of a discount on premiums payable in later years, while others offer this bonus as a combination of both.

Today, many insurance companies also cover both pre-hospital and post-hospital expenses in some medical plans. In other words, it means that expenses incurred in connection with the main treatment (received by the insured during hospitalization) are not covered, but also those resulting from tests and consultations. However, there are certain time limits for availing this cover. In addition, insurers often cover transportation costs.

Health insurance policies come in many forms. While some insurers include preventive check-ups and doctor's consultations in their health insurance policies, others offer protection against multiple critical illnesses. Simply put, a rider offers special features under a policy in addition to the basic features under certain conditions. For example, today a customer can buy a regular insurance policy and get a rider that protects against certain critical illnesses like heart disease and cancer; Another option is to purchase a stand-alone critical illness insurance policy that provides a lump sum to the insurers when the insured is diagnosed with any of the eligible critical illnesses.

Within a particular network of hospitals, many health insurance providers today provide a cashless facility with their policies under certain conditions. This can be very useful, as in emergency situations, the insurer pays the relevant costs directly for the organization, so the insured is not responsible out of pocket. This very feature ensures that customers do not feel the impact of an emergency cash demand. In many cases, the third-party administrator pays the bill directly to the hospital.

Many insurers today cover medical treatments, alternative therapies (such as Ayurveda and homeopathy), in addition to conventional medicine under certain conditions in health insurance plans. It does not restrict the insured to undergo medical treatment outside of his preferred methods, thereby providing greater comfort.

Among other features, many health insurance plans provide free periodic health checkups under certain conditions.

There are many other health insurance plans available in the market today such as individual health insurance, family health insurance, critical illness insurance and personal accident insurance. Having health insurance is an important part of financial planning, financial professionals say.

### **3.ASSESSMENT OF THE ROLE OF MEDICAL INSURANCE IN THE HEALTH SYSTEM IN MODERN CONDITIONS.**

Health insurance organizations collect the fees of insured persons and use these funds to pay for their treatment. The difference between the amount of collected fees and the expenses incurred for the service fee of doctors and medical organizations and for conducting insurance work constitutes the income of insurers.

Health economic research informs decision makers to use available resources effectively to maximize health opportunities. Economic evaluation is part of health economics and is a tool for comparing the costs and outcomes of different interventions.

Evaluating the role of health insurance in the health care system is an economic evaluation method well adapted by developed countries. The traditional classification of economic evaluation includes cost minimization, cost-effectiveness analysis, cost estimation, and cost-benefit analysis. There has been uncertainty in conducting such economic assessments in India, and there have been several hesitations about non-compliance with their rules. The biggest problem with this way of evolution is the lack of understanding of current usage patterns by all those involved in providing and purchasing health care. In some countries, various methods of economic evaluation have been adopted for decision-making, most notably to address the issue of public subsidies for the purchase of pharmaceuticals.

Evidence shows that the impact of health insurance on the health and economic well-being of beneficiaries in developing countries is limited. It is now implementing a number of strategies to improve public health services in India, including investing in government-provided services and procuring services through various schemes from public and private providers. Rapid health inflation, the rise of chronic conditions, the aging of the population, and the proliferation of increasing technologies will require greater economic efficiency in health care systems, as prospects for further development in this area are required.

With the ever-increasing prices of health care services in our country and the increasing incidence of diseases, health insurance is a necessity today. Health insurance provides much-needed financial support in the event of a medical emergency. Health risks and uncertainties are part of life. He can't plan and be sick but he can be financially prepared. One way to prepare financially against certain health risks is to purchase health insurance.

Health insurance is a type of insurance that pays for medical expenses incurred by the insured. Health insurance may pay the insured for expenses arising from the illness or injury, or may pay the caregiver directly. Individual health insurance, family health insurance, critical illness insurance, etc. There are different types of health insurance plans. Purchasing health insurance is an integral part of financial planning.

Health insurance provides people with the necessary financial support in case of medical emergency, but till date, medical care in our country remains an expensive situation. According to various reports, India still has the lowest level of health insurance coverage. But the government's focus on health schemes, new initiatives like the Ayushman Bharat Yojana, and investment spending on health may improve the situation.

There are many reasons to have a health insurance policy and to support a family, you can buy family health insurance to cover the family's medical needs. However, the health insurance premium that one has to pay to avail a good insurance policy varies for different people and is based on a number of different factors.

**Here are five top reasons to buy health insurance:**

1. Changing your lifestyle: There are many reasons to have a health insurance policy. A tectonic change in our lifestyle has made us more prone to many health disorders. Sharp, hectic work schedules, poor eating habits, increasing food quality and pollution levels have increased the risk of developing health problems.

2. Rising medical costs: Medical costs have risen dramatically in recent times. Thus, consumers in the event of a medical emergency spend their savings providing a cushion to their future plans. Reports show that Indians mostly depend on their savings to deal with health emergencies.

3. Income tax benefit: Payments for health insurance premiums are also available for tax deductions under section 80D of the Indian Income Tax Act. Individuals up to 60 years of age can claim a waiver of up to Rs. 25,000 health insurance premium paid for themselves or for their spouse or children. One can also claim another Rs. 50,000 if you buy health insurance for your parents aged 60 and above.

This deduction will be provided by the annual premium on the health insurance policy or the preventive health check-up of a senior citizen or the payments related to the medical expenses of each senior citizen. So, generally, if you are paying health insurance premiums for your elderly parents, you can avail a total payment of up to Rs. 75,000 (Rs. 25,000 + Rs. 50,000), from Rs. 55,000 (Rs. 25,000 + Rs. 30,000) earlier.

1. Coverage of pre- and post-hospitalization expenses: Not only the basic medical expenses, but also the cost of OPD (outpatient department) expenses, diagnostic tests have also increased in recent times, which makes it more important to buy a health insurance policy. It is important to note that the medical policy covers not only hospitalization expenses, but also OPD expenses and diagnostic tests are applicable before and after the period specified by the policy.

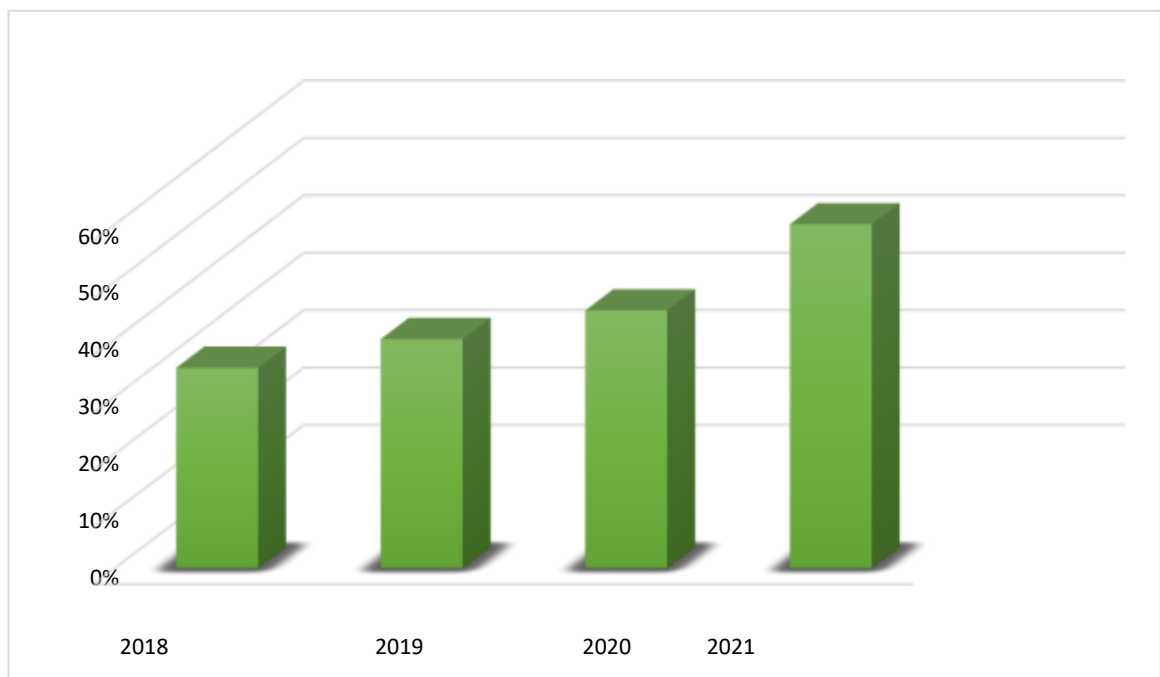
2. Additional benefits: Benefits like ambulance coverage, day surgery coverage, health checkup coverage and health insurance coverage are also availed. Today, insurance companies offer health insurance for Ayush treatment.

There is a common dilemma among people regarding the right age to buy a health insurance policy. But there is no right age to buy one. However, if one buys health insurance at an early age, one has to pay less for the policy. The age of premiums for health policies increases; Because the associated risk is increasing. Premiums for health plans, insured's age, medical history, city of residence, etc. is determined by So, if you buy a health plan early, it will help cover your premiums.

Also, while buying a health insurance, buying critical illness insurance is also recommended. A critical illness policy is a type that offers a fixed payout.

Healthcare is a very expensive service in most countries and this is normal. Because during the medical service, expensive equipment, jets, and most importantly, the services of doctors who have studied for many years and devoted their lives to this work are used. That is, the cost of the service is very expensive, so the health insurance service cannot be cheap. In many countries of the world, this problem is solved through the introduction of compulsory health insurance. This process has started in our country as well, and we expect that, like in other developed countries of the world, after mass compulsory health insurance is introduced, the voluntary health insurance market will further develop, both my homelands will give importance to this type of insurance, and insurance companies will offer voluntary health insurance for individuals. they will begin to apply widely.

**Graph 1: Growth of the role of health insurance in the health care system (by years)**



**Source:** [www.stat.gov.az](http://www.stat.gov.az)

**Table 3: Dynamic growth rate of health measures through health insurance (by years)**

2019	2020	2021
1230,89	1478,40	15600,3

**Source:** [www.stat.gov.az](http://www.stat.gov.az)

Voluntary medical insurance includes various types of services, luxury ward, personal doctor, home assistance, personal post, choice of clinic, doctor, specialist depending on the choice of the insured, extensive dental care (for example, application of orthodontics, implantology), non-shift and elective treatments means Here, the insured can buy packages with different types of services depending on the insurance premium paid. This does not mean that the medical care received under compulsory health insurance is of poor quality, it means that it is more convenient to receive care in private hospitals covered by voluntary health insurance.

Health insurance helps protect against high medical care costs. This is a contract between you and your insurance company. You buy a plan or policy and the company agrees to pay a portion of your expenses when you need medical care.

Health insurance helps pay for health care. This covers everything from routine doctor visits to major medical expenses for serious medical illnesses or injuries. It also provides many preventive services to be healthy.

Each insurance company has different rules for health benefits. When you first sign up for insurance, you should review your plan's benefits and limitations, especially if the plan requires you to receive care from certain doctors and hospitals.

Your insurance card proves that you have health insurance. Your doctor or hospital contains information that your insurance company will use to get paid. Doctors usually make a copy of your insurance card when they see you.

Your card is also handy if you have questions about your health. There is a phone number on it, you can contact for information. It can also show you the basics about your health plan.

Doctors and hospitals often contract with insurance companies to enter the company's "network." Contracts lay out what they will pay for the care they provide. If you see a doctor in your insurance company's network, you will pay more out of pocket than if you see a doctor who does not have a contract with your insurer. Some insurance plans won't pay anything if you use a network provider (except in an emergency). So it's important to check with the plan's network before seeking care.

Nothing was more important than your health, and there is a lot of truth in these words. Among other things, a loss of health means a loss of profit if it doesn't work, which means extremely expensive medical bills. Health insurance can help you avoid these costs, and yet preventive measures like regular checkups and immunizations can help individuals lead healthy lives.

There are many means by which individual health insurance can be purchased. A person can pay their own insurance premium. An individual may receive health insurance as part of their employment package. A person can purchase health insurance through local or Federal programs.

In many cases, there may be a combination of premiums paid. This means, for example, that the employer may pay a certain portion of the health insurance premium, and the rest of the employee's wages are paid, usually through payroll. In other cases, the employer or government agency may pay the full amount of the premium.

As with all types of insurance, health insurance comes in many forms and is available at different levels of coverage. The best case scenario is that the employer pays the full amount of

my monthly premiums and the patient owes no fees or charges. This type of coverage is rare, but you don't have a very good situation with a company or you live below the poverty line.

Most consumers will be in a health insurance plan responsible for a certain amount of the premium, and the insurance company will pay the rest. As you can imagine, these events also have different scopes.

Normally, the more money a patient has to pay out-of-pocket over a period of care, the lower the monthly premium. For those who are relatively healthy and have a reasonable income, health insurance may be the best choice. For those on limited incomes or those with health problems, it can be a difficult option to ensure that each medical visit is paid for or the deductible is paid by the patient out of pocket.

The importance of having health insurance should not be dismissed or minimized. Rising medical costs can save a lifetime with just one major medical event. Even most surgeries will cost tens of thousands of dollars, and more complex procedures can easily run into hundreds of thousands of dollars. Health insurance can help cover these out-of-pocket costs and help you avoid financial ruin.

Before you choose a health plan to join, you should read the contract carefully and understand all of its terms. If you are unsure about any of them, ask your employer or insurance representative for clarification.

Health insurance provides financial protection in the event of a serious accident or illness. For example, a broken leg will cost \$7,500. Health coverage can help protect against high, unexpected costs. Health insurance plans allow you to pay extra attention to your health. This is because if you have to pay a nominal amount for the examination rather than the actual fee for routine physical examinations, you will not be inclined to skip these tests. Otherwise, individuals will not go for check-ups to avoid expenses for medical examinations. However, if the sudden medical expenses are quite large, the insurance plan will cover most of these expenses.

Individuals pay a certain amount monthly or quarterly. This is called a premium and is usually paid in advance to the insurance company for future coverage benefits. Typically, when purchasing a health insurance policy, you are given a health insurance document that you present to a clinic, doctor, or hospital for verification purposes. The card also contains your insurance number and insurance company details. Send your hospital expenses directly to the insurance company for reimbursement to settle direct claims. Thus, you get rid of the delicate procedure of filing a claim with numerous proofs to recover your expenses.

Every insurance company should be aware of the coverage and terms of the health insurance plan they are purchasing. For example, pre-existing conditions related to illnesses, diseases or serious health disorders that are present at the time the insurance plan is purchased will not be covered. Likewise, the exclusions section of the policy document also mentions the terms and conditions under which the insured cannot apply for a claim. For example, an insurance company will not pay you for any medical expenses incurred in the event of an injury or accident due to drug and alcohol addiction. Medical expenses incurred due to self-inflicted injuries or attempted suicide cannot be claimed from the insurance company.

Some health insurance plans offer full coverage only for visits to any computer-related medical professional, clinic, or hospital. Otherwise, individuals bear a portion of the costs out of pocket. Sometimes, insurance companies insist on informing them before accepting elective surgeries for full coverage of medical expenses.

As an average individual will be less restricted to provide coverage to an insured when applying to an insurer, every individual should purchase a health insurance plan to get the best benefits in the early years of their life.

## CONCLUSION AND SUGGESTIONS

1. Medical insurance, which is one of the types of voluntary insurance in the field of non-life insurance, which occupies one of the important places today, was investigated. Full or partial payment of compensation for the costs incurred in connection with the services provided by medical institutions, as well as the purchase of medicines based on the examination and treatment of the insured due to the disease specified in the insurance agreement is called medical insurance.

2. Conditions such as the health of human life and its safety are the main factors in medical insurance. Medical insurance is developing today as the main insurance area.

3. Medical insurance is a form of social protection of health interests of the population. Medical insurance is based on the principle of reimbursement of costs that will arise due to the permanent payment of fees by consumers for the use of potential medical services. Funding of guaranteed medical care thanks to the amount collected from the insured, payment at the time of the insured event is the main purpose of health insurance.

4. There are many other health insurance plans available in the market today such as individual health insurance, family health insurance, critical illness insurance and personal accident insurance. Having education insurance is an important part of financial planning.

I consider it necessary to put forward the following proposals according to the results:

1. Development can occur if the health insurance system is made more advanced than other insurance systems;

2. The importance of health insurance as the basis of the health care system can be noticed by making it mandatory;

3. Simplification of receiving medical support can be achieved by increasing the insurance service;

4. Providing compensation in the insurance service creates important conditions for the insured to receive medical support.



## REFERENCE

- Azərbaycan Respublikasının “Sığorta fəaliyyəti haqqında” Qanunu. 25dekabr, 2007-ci il.  
Azərbaycan Respublikasının “Sığorta haqqında” Qanunu. 1999.  
Azərbaycan Respublikası “Tibbi sığorta haqqında” Qanunu. AR MM-in 28may 1999 - cu il tarixli qərarı.
- A. Kərimov (2000) “Sığorta” Bakı, “Təhsil”.-200 səh.  
B.A. Xankişiye, P.N. Abdullayev (2004) “Sığorta işi” Bakı, “Adiloğlu”.-186səh.  
B.A. Xankişiye (2005) “Sığorta hamı üçün” Bakı, “Səda”.- 74 səh.  
B.A. Xankişiye (2006) “Sığorta fəaliyyətinin əsasları” Bakı, “Elm”.- 274 səh.  
D.A. Bağırov (2006) “Vergi nəzarəti” Bakı, “Səda”.- 412səh.  
E. Salahov (2014) “Tibbi sığorta: səhiyyəimizin immun çatışmazlığı” Bakı,“Qanun”.-420 səh.
- M.C. Hüseyinov (2010) “Sığorta işi” Bakı, “Elm”.-210 səh.  
N.N.Xudiyev (1993) “Dövlət sığortası və sığorta münasibətlərinin təkmilləşdirilməsi” Bakı, “Azər nəşr”.-242 səh.  
N.N. Xudiyev (2003) “Sığorta işi” Bakı, “Səda”.-450 s.  
Z.Bəşirqızı (2014) “Azərbaycanda tibbi sığorta: vəzifələr, problemlər” Bakı,“Səda”.-242 səh.
- Care: Health Care for the 21st Century (2005) APHC.  
Compulsory Medical Insurance system in Azerbaijan (2009) Baku. 209 p.  
Global Health Insurance Advice (2012)Azerbaijan Health Insurance.- 212 p.  
P. J. Freldstein (2005) “Health Care Economics” Thomson Press.- 250 p.  
R.Rhyne, R. Bogue and others (2003) Community - Oriented Primary.  
<https://www.sehiyye.gov.az/>  
[https://www.stat.gov.az/source/finance/az/bul/Sigorta\\_yan-sent2017.pdf](https://www.stat.gov.az/source/finance/az/bul/Sigorta_yan-sent2017.pdf)  
<https://az.wikipedia.org/wiki/S%C4%B1%C4%9Forta>  
<http://www.maliyye.gov.az/news/3863/sigorta-fealiyyetinin-lisenziyalasdirilmesi>  
[http://www.taxes.gov.az/modul.php?name=taxes\\_calendar&lang=](http://www.taxes.gov.az/modul.php?name=taxes_calendar&lang=)  
<https://www.economy.gov.az/article/i-qtisadiyyat-nazirliyi-3-cu-respublika-i-nnovasiya-musabiqesi-elan-edir/30124>  
<https://its.gov.az/az/i-tsda-haqq-nda/hesabatlar/>  
<http://sehiyye.gov.az/xeberler/2425-azrbaycanda-icbari-tibbi-sortaya-hazrlq-mvzusunda-gr-keirilib-foto.html>  
<http://standardinsurance.az/show.page.php?guid=a93500de-f8c5-11e0-83d5-83283db8e659>

## **ROCK SLOPE STABILIZATION AND PROTECTION FOR ROADS AND MULTI-STOREY STRUCTURES IN JABAL OMAR, SAUDI ARABIA**

**Ibrahim Abdel Gadir Malik, Dafalla Siddig Dafalla, Abdelazim Ibrahim**

Faculty of Petroleum and Minerals, Al Neelain University - Sudan

### **Abstract:**

Jabal Omar is located in the western side of Makkah city in Saudi Arabia. The proposed Jabal Omar Development project includes several multi-storey buildings, roads, bridges and below ground structures founded at various depths. In this study, geological mapping and site inspection which covered pre-selected areas were carried out within the easily accessed parts. Geological features; including rock types, structures, degree of weathering, and geotechnical hazards were observed and analyzed with specified software and also were documented in form of photographs. The presence of joints and fractures in the area made the rock blocks small and weak. The site is full of jointing; it was observed that, the northern side consists of 3 to 4 jointing systems with 2 random fractures associated with dykes. The southern part is affected by 2 to 3 jointing systems with minor fault and shear zones. From the field measurements and observations, it was concluded that, the Jabal Omar intruded by andesitic and basaltic dykes of different thickness and orientation. These dykes made the outcrop weak, highly deformed and made the rock masses sensitive to weathering.

**Keywords:** Rock, slope, stabilization, protection, Makkah.

## HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS

**Yiorgos Hadjichristou**

University of Nicosia, Cyprus

### **Abstract:**

The paper will focus on the hybrid living typologies which are brought about due to the Global Crisis. Mixing of the generations and the groups of people, mingling the functions of living with working and socializing, merging the act of living in synergy with the urban realm and its constituent elements will be the springboard of proposing an essential sustainable housing approach and the respective urban development. The thematic will be based on methodologies developed both on the academic, educational environment including participation of students' research and on the practical aspect of architecture including case studies executed by the author in the island of Cyprus. Both paths of the research will deal with the explorative understanding of the hybrid ways of living, testing the limits of its autonomy. The evolution of the living typologies into substantial hybrid entities, will deal with the understanding of new ways of living which include among others: re-introduction of natural phenomena, accommodation of the activity of work and services in the living realm, interchange of public and private, injections of communal events into the individual living territories. The issues and the binary questions raised by what is natural and artificial, what is private and what public, what is ephemeral and what permanent and all the in-between conditions are eloquently traced in the everyday life in the island. Additionally, given the situation of Cyprus with the eminent scar of the dividing 'Green line' and the waiting of the 'ghost city' of Famagusta to be resurrected, the conventional way of understanding the limits and the definitions of the properties is irreversibly shaken. The situation is further aggravated by the unprecedented phenomenon of the crisis on the island. All these observations set the premises of reexamining the urban development and the respective sustainable housing in a synergy where their characteristics start exchanging positions, merge into each other, contemporarily emerge and vanish, changing from permanent to ephemeral. This fluidity of conditions will attempt to render a future of the built- and unbuilt realm where the main focusing point will be redirected to the human and the social. Weather and social ritual scenographies together with 'spontaneous urban landscapes' of 'momentary relationships' will suggest a recipe for emerging urban environments and sustainable living. Thus, the paper will aim at opening a discourse on the future of the sustainable living merged in a sustainable urban development in relation to the imminent solution of the division of island, where the issue of property became the main obstacle to be overcome. At the same time, it will attempt to link this approach to the global need for a sustainable evolution of the urban and living realms.

**Keywords:** Social ritual scenographies, spontaneous urban landscapes, substantial hybrid entities, re-introduction of natural phenomena.



## **Locating Critical Failure Surface in Rock Slope Stability with Hybrid Model Based on Artificial Immune System and Cellular Learning Automata (CLA-AIS)**

**Ramin Javadzadeh, Emad Javadzadeh**

Islamic Azad University-Bojnourd, Iran

Emad Javadzadeh., Bojnourd Branch, Islamic Azad University-Bojnourd, Iran

### **Abstract:**

Locating the critical slip surface with the minimum factor of safety for a rock slope is a difficult problem. In recent years, some modern global optimization methods have been developed with success in treating various types of problems, but very few of such methods have been applied to rock mechanical problems. In this paper, use of hybrid model based on artificial immune system and cellular learning automata is proposed. The results show that the algorithm is an effective and efficient optimization method with a high level of confidence rate.

**Keywords:** CLA-AIS, failure surface, optimization methods, rock slope.

## **PREDICTION OF IN SITU PERMEABILITY FOR LIMESTONE ROCK USING ROCK QUALITY DESIGNATION INDEX**

**Ahmed T. Farid, Muhammed Rizwan**

Housing and Building National Research Center, Egypt

### **Abstract:**

Geotechnical study for evaluating soil or rock permeability is a highly important parameter. Permeability values for rock formations are more difficult for determination than soil formation as it is an effect of the rock quality and its fracture values. In this research, the prediction of in situ permeability of limestone rock formations was predicted. The limestone rock permeability was evaluated using Lugeon tests (in-situ packer permeability). Different sites which spread all over the Riyadh region of Saudi Arabia were chosen to conduct our study of predicting the in-situ permeability of limestone rock. Correlations were deducted between the values of in-situ permeability of the limestone rock with the value of the rock quality designation (RQD) calculated during the execution of the boreholes of the study areas. The study was performed for different ranges of RQD values measured during drilling of the sites boreholes. The developed correlations are recommended for the onsite determination of the in-situ permeability of limestone rock only. For the other sedimentary formations of rock, more studies are needed for predicting the actual correlations related to each type.

**Keywords:** Packer, permeability, rock, quality.



## **Effect of Nano-SiO<sub>2</sub> Solution on the Strength Characteristics of Kaolinite**

**Reza Ziaie Moayed, Hamidreza Rahmani**

Imam Khomeini International University

Faculty Member of Persian Institute of Higher Education, Qazvin , Iran

### **Abstract:**

Today, with developments in science and technology, there is an excessive potential for the use of nanomaterials in various fields of geotechnical project such as soil stabilization. This study investigates the effect of Nano-SiO<sub>2</sub> solution on the unconfined compression strength and Young's elastic modulus of Kaolinite. For this purpose, nano-SiO<sub>2</sub> was mixed with kaolinite in five different contents: 1, 2, 3, 4 and 5% by weight of the dry soil and a series of the unconfined compression test with curing time of one-day was selected as laboratory test. Analyses of the tests results show that stabilization of kaolinite with Nano-SiO<sub>2</sub> solution can improve effectively the unconfined compression strength of modified soil up to 1.43 times compared to the pure soil.

**Keywords:** Kaolinite, nano-SiO<sub>2</sub>, stabilization, unconfined compression test, Young's modulus.



## **ROOT GROWTH OF MORUS ALBA AS AFFECTED BY SIZE OF CUTTINGS AND POLYTHENE LOW TUNNEL**

**Irfan Ahmad, Tahir Siddiqui, Rashid Ahmad Khan, Tahir Munir Butt**

University of Agriculture, Faisalabad, Depalpur Campus, Okara-Pakistan

### **Abstract:**

An effort to find out the smaller size of cuttings for propagation of *Morus alba* was made in experimental area Department of Forestry, Range Management and Wildlife, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan. Different size of cuttings i.e. 2", 4", 6" and 8" were planted in polythene tubes of 3.5"x7". The effort was also made to compare the performance of cuttings in open air and in polythene low tunnel. Root length, number of root branches, root diameter and root fresh and dry weight were found maximum in two inches cuttings while minimum in four inches cuttings. Root growth was found maximum in open air as compared to under polythene sheet.

**Keywords:** cutting sizes *Morus alba*, Open air and polythene sheet, root growth

## **RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY**

**Beate Niemann, Fabian Pramel**

Wismar University of Applied Sciences Technology, Germany

### **Abstract:**

The formerly industrially or militarily used Urban Waterfront is a potential area for urban development. Extensive interventions in the urban space come along with the development of these previously inaccessible areas in the city. The development of the Urban Waterfront in the European City is not subject to any recognizable urban paradigm. In this study, the development of the Urban Waterfront as a new urban space typology is analyzed by case studies of Urban Waterfront developments in European Cities. For humans, perceptible spatial conditions are categorized and it is identified whether the themed Urban Waterfront Developments are congruent or incongruent urban design interventions and which deviations the Urban Waterfront itself induce. As congruent urban design, a design is understood, which fits in the urban fabric regarding its similar spatial conditions to the surrounding. Incongruent urban design, however, shows significantly different conditions in its shape. Finally, the spatial relationship of the themed Urban Waterfront developments and their associated environment are compared in order to identify contrasts between new and old urban space. In this way, conclusions about urban design paradigms of the new urban space typology are tried to be drawn.

**Keywords:** Composition, congruence, identity, paradigm, spatial condition, urban design, urban development, urban waterfront.



## SEX DIFFERENCES IN THYROID GLAND STRUCTURE OF RABBITS

**Parchami A., Fatahian Dehkordi RF.**

Department of Anatomical Sciences, Faculty of veterinary Medicine, University of  
Shahrekord, Shahrekord, Iran.

### **Abstract:**

The aim of the present investigation was to compare sex differences in thyroid gland structure of rabbits. Five adult male and five adult female (3.1-3.5 kg body weight) New Zealand white rabbits were used in the experiment. Results showed that at light microscopic level, there was no sex difference in microscopic appearance of the thyroid glands. At electron microscopic level, however, the mitochondria and the microvilli of the follicular cells are more numerous and the Golgi complex is also more extensive in male rabbits in comparison to females. Results obtained from micrometric measurements showed that the volume density of the follicles is higher in males than in females, but the differences are not statistically significant. The volume density of epithelium and the height of follicular cells are significantly greater in males than in females and reverse is true about the volume density of interstitium ( $p < 0.05$ ). The volume density of colloid is also greater in females ( $66 \pm 6$ ) than in males ( $60 \pm 7$ ) but the differences are not statistically significant. It was concluded that sex has limited effects on histomorphometric properties of thyroid gland in rabbits.

**Keywords:** Rabbit, Thyroid Gland, Sex difference, Electron microscope

## **OLIVE LEAVES EXTRACT RESTORED THE ANTIOXIDANT PERTURBATIONS IN RED BLOOD CELLS HEMOLYSATE IN STREPTOZOTOCIN INDUCED DIABETIC RATS**

**Ismail I. Abo Ghanema, Kadry M. Sadek**

Damanhour Univesity, Faculty of Veterinary medicine , Department of Physiology,Egypt  
Damanhour Univesity, Faculty of Veterinary medicine , Department of Biochemictry,Egypt

### **Abstract:**

Oxidative stress and overwhelming free radicals associated with diabetes mellitus are likely to be linked with development of certain complication such as retinopathy, nephropathy and neuropathy. Treatment of diabetic subjects with antioxidant may be of advantage in attenuating these complications. Olive leaf (*Olea europaea*), has been endowed with many beneficial and health promoting properties mostly linked to its antioxidant activity. This study aimed to evaluate the significance of supplementation of Olive leaves extract (OLE) in reducing oxidative stress, hyperglycemia and hyperlipidemia in Sterptozotocin (STZ)- induced diabetic rats. After induction of diabetes, a significant rise in plasma glucose, lipid profiles except High density lipoproteincholesterol (HDLc), malondialdehyde (MDA) and significant decrease of plasma insulin, HDLc and Plasma reduced glutathione GSH as well as alteration in enzymatic antioxidants was observed in all diabetic animals. During treatment of diabetic rats with 0.5g/kg body weight of Olive leaves extract (OLE) the levels of plasma (MDA) ,(GSH), insulin, lipid profiles along with blood glucose and erythrocyte enzymatic antioxidant enzymes were significantly restored to establish values that were not different from normal control rats. Untreated diabetic rats on the other hand demonstrated persistent alterations in the oxidative stress marker (MDA), blood glucose, insulin, lipid profiles and the antioxidant parameters. These results demonstrate that OLE may be of advantage in inhibiting hyperglycemia, hyperlipidemia and oxidative stress induced by diabetes and suggest that administration of OLE may be helpful in the prevention or at least reduced of diabetic complications associated with oxidative stress.

**Keywords:** Diabetes mellitus, olive leaves, oxidative stress, red blood cells



## **THE EFFECTS OF GARLIC OIL (*ALLIUM SATIVA*), TURMERIC POWDER (*CURCUMA LONGA LINN*) AND MONENSIN ON TOTAL APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS IN BALOOCHI LAMBS**

**Ahmad Khalesizadeh, Alireza Vakili, Mohsen Danesh Mesgaran, Reza Valizadeh**

Department of Animal Science, faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Department of Animal Science, faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Department of Animal Science, faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Department of Animal Science, faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

### **Abstract:**

The objective of this study was to determine the effects of garlic oil (*Allium sativa*), turmeric powder (*Curcuma longa* Linn) and Monensin on Total apparent digestibility of nutrients in Baloochi lambs. The experiment was designed as a 4 x 4 Latin square using 4 ruminally baloochi lambs with 4 treatments in four 28-d periods. Treatments were control (no additive), garlic oil (0.4 g/d), monensin (0.2 g/d) and turmeric powder (20 g/d). Total apparent digestibility's (% of intake) of organic matter (OM), dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), non fiber carbohydrate (NFC), acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) in the total tract were not influenced by addition of either additives.

**Keywords:** apparent digestibility, essential oil, garlic oil, monensin, turmeric

## **THE EFFECT OF SELECTIVE CYCLOOXYGENASE (COX) INHIBITORS ON JAPANESE MEDAKA (ORYZIAS LATIPES) REPRODUCTION PARAMETERS**

**Agata Kowalska, Radosław K. Kowalski, Zdzisław Zakęś**

The Stanisław Sakowicz Inland Fisheries Institute Poland

Molecular Andrology Group, Department of Gamete and Embryo Biology, Institute of Animal Reproduction and Food Research, Polish Academy of Sciences in Olsztyn, Poland

Department of Aquaculture The Stanisław Sakowicz Inland Fisheries Institute, Poland

### **Abstract:**

Our results showed that treatment with both cyclooxygenase (COX1 or COX2) inhibitors impair reproduction parameters of the medaka. Resveratrol (COX1 inhibitor) caused a decrease in the number of spawning females at the first week of feeding fish with experimental diets. In the group treated with NS-398 (COX2 inhibitor) we found the lowest sperm velocity parameters and decreased linearity of movement. The ovaries of the medaka fed feed supplemented with Resveratrol or NS-398 were confirmed to have a lower share of matured oocytes however during the experiment (four weeks) the number of eggs spawned by females was similar. Both inhibitors in fish diet (20 mg/kg body weight/day) caused a decrease in the embryo survival. Our results revealed that for the medaka female reproduction, activity of both COX enzymes might be necessary whereas males reproduction competence, as expressed by sperm motility parameters, might be related to COX2 activity.

**Keywords:** COX inhibitors, medaka, reproduction parameters

## THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCRETA VISCOSITY AND TMEN IN SBM

Ali Nouri Emamzadeh

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Iran

### Abstract:

The experiment was performed to study the relationship between excreta viscosity and Nitrogen-corrected true metabolisable energy quantities of soybean meals using conventional addition method (CAM) in adult cockerels for 7 d: a 3-d preexperiment and a 4-d experiment period. Results indicated that differences between the excreta viscosity values were ( $P<0.01$ ) significant for SBMs. The excreta viscosity values were less ( $P<0.01$ ) for SBMs 6, 2, 8, 1 and 3 than other SBMs. The mean TMEn (kcal/kg) values were significant ( $P<0.01$ ) between SBMs. The most TMEn values were ( $P<0.01$ ) for SBMs 6, 2, 8 and 1, also the lowest TMEn values were ( $P<0.01$ ) for SBMs 3, 7, 4, 9 and 5. There was a reverse linear relationship between the values of excreta viscosity and TMEn in SBMs. In conclusion, there was a reverse linear relationship between the values of excreta viscosity and TMEn in SBMs probably due to their various soluble NSPs.

**Keywords:** soybean meals (SBMs), Nitrogen-corrected true metabolisable energy (TMEn), viscosity

## **PRAGATI NODE POPULARITY (PNP) APPROACH TO IDENTIFY CONGESTION HOT SPOTS IN MPLS**

**E. Ramaraj, A. Padmapriya**

Islamic Azad University chalous branch. Chalous, Iran

Faculty Member of Islamic Azad University, Chalous Branch, Department of veterinary.  
Chalous, Iran

### **Abstract:**

In large Internet backbones, Service Providers typically have to explicitly manage the traffic flows in order to optimize the use of network resources. This process is often referred to as Traffic Engineering (TE). Common objectives of traffic engineering include balance traffic distribution across the network and avoiding congestion hot spots. Raj P H and SVK Raja designed the Bayesian network approach to identify congestion hot spots in MPLS. In this approach for every node in the network the Conditional Probability Distribution (CPD) is specified. Based on the CPD the congestion hot spots are identified. Then the traffic can be distributed so that no link in the network is either over utilized or under utilized. Although the Bayesian network approach has been implemented in operational networks, it has a number of well known scaling issues. This paper proposes a new approach, which we call the Pragati (means Progress) Node Popularity (PNP) approach to identify the congestion hot spots with the network topology alone. In the new Pragati Node Popularity approach, IP routing runs natively over the physical topology rather than depending on the CPD of each node as in Bayesian network. We first illustrate our approach with a simple network, then present a formal analysis of the Pragati Node Popularity approach. Our PNP approach shows that for any given network of Bayesian approach, it exactly identifies the same result with minimum efforts. We further extend the result to a more generic one: for any network topology and even though the network is loopy. A theoretical insight of our result is that the optimal routing is always shortest path routing with respect to some considerations of hot spots in the networks.

**Keywords:** Conditional Probability Distribution, Congestion hotspots, Operational Networks, Traffic Engineering.

## **Effect of L-Arginine on Neuromuscular Transmission of the Chick Biventer Cervicis Muscle**

**S. Asadzadeh Vostakolaei**

Animal Science Department, Member of faculty at Islamic Azad University, Gaemshahr Branch, Iran

### **Abstract:**

In this study, the effect of L-arginine was examined at the neuromuscular junction of the chick biventer cervicis muscle. L-Arginine at 500  $\mu\text{g}/\text{ml}$ , decreased twitch response to electrical stimulation, and produced rightward shift of the dose-response curve for acetylcholine or carbachol. L-Arginine at 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$  produced a strong shift to the right of the dose-response curve for acetylcholine or carbachol with a reduction in the efficacy. The inhibitory effect of L-arginine on the twitch response was blocked by caffeine (200 $\mu\text{g}/\text{ml}$ ). NO levels were also measured in the chick biventer cervicis muscle homogenates, using spectrophotometric method for the direct detection of NO, nitrite and nitrate. Total nitrite (nitrite + nitrate) was measured by a spectrophotometer at 540 nm after the conversion of nitrate to nitrite by copperized cadmium granules. NO levels were found to be significantly increased in concentrations 500 and 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$  of L-arginine in comparison with the control group ( $p < 0.001$ ). These findings indicate a possible role of increased NO levels in the suppressive action of L-arginine on the twitch response. In addition, the results indicate that the post-junctional antagonistic action of L-arginine is probably the result of impaired sarcoplasmic reticulum (SR)  $\text{Ca}^{2+}$  releases.

**Keywords:** Chick, L-Arginine, Nitric Oxide, Skeletal muscle.



## TO DESIGN HOLISTIC HEALTH SERVICE SYSTEMS ON THE INTERNET

**Åsa Smedberg**

Department of Computer and Systems Sciences at Stockholm University Kista, Sweden

### **Abstract:**

There are different kinds of online systems on the Internet for people who need support and develop new knowledge. Online communities and Ask the Expert systems are two such systems. In the health care area, the number of users of these systems has increased at a rapid pace. Interactions with medical trained experts take place online, and people with concerns about similar health problems come together to share experiences and advice. The systems are also used as storages and browsed for health information. Over the years, studies have been conducted of the usage of the different systems. However, in what ways the systems can be used together to enhance learning has not been explored. This paper presents results from a study of online health-communities and an Ask the Expert system for people who suffer from overweight. Differences and similarities in regards to posted issues and replies are discussed, and suggestions for a new holistic design of the two systems are presented.

**Keywords:** Learning, Ask the Expert, online community, healthcare, holistic, overweight.



## **PERVASIVE COMPUTING IN HEALTHCARE SYSTEMS**

**Elham Rastegari, Amirmasood Rahmani, Saeed Setayeshi**

Computer Engineering Department, of East Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran,  
IRAN

Computer Engineering Department, of Science and Research Branch, Islamic Azad University,  
Tehran, IRAN.

faculty member of Computer Engineering Department, of Amir Kabir University, Tehran, IRAN

### **Abstract:**

The hospital and the health-care center of a community, as a place for people-s life-care and health-care settings, must provide more and better services for patients or residents. After Establishing Electronic Medical Record (EMR) system -which is a necessity- in the hospital, providing pervasive services is a further step. Our objective in this paper is to use pervasive computing in a case study of healthcare, based on EMR database that coordinates application services over network to form a service environment for medical and health-care. Our method also categorizes the hospital spaces into 3 spaces: Public spaces, Private spaces and Isolated spaces. Although, there are many projects about using pervasive computing in healthcare, but all of them concentrate on the disease recognition, designing smart cloths, or provide services only for patient. The proposed method is implemented in a hospital. The obtained results show that it is suitable for our purpose.

**Keywords:** Pervasive computing, RFID, Health-care.



## **SECURITY ARCHITECTURE FOR AT-HOME MEDICAL CARE USING SENSOR NETWORK**

**S.S.Mohanavalli, Sheila Anand**

Tagore Engineering College, Department of Electronics and Communication Engineering, Anna  
University, India

Rajalakshmi Engineering College, Anna University, Chennai, India.

### **Abstract**

This paper proposes a novel architecture for At- Home medical care which enables senior citizens, patients with chronic ailments and patients requiring post- operative care to be remotely monitored in the comfort of their homes. This architecture is implemented using sensors and wireless networking for transmitting patient data to the hospitals, health- care centers for monitoring by medical professionals. Patients are equipped with sensors to measure their physiological parameters, like blood pressure, pulse rate etc. and a Wearable Data Acquisition Unit is used to transmit the patient sensor data. Medical professionals can be alerted to any abnormal variations in these values for diagnosis and suitable treatment. Security threats and challenges inherent to wireless communication and sensor network have been discussed and a security mechanism to ensure data confidentiality and source authentication has been proposed. Symmetric key algorithm AES has been used for encrypting the data and a patent-free, two-pass block cipher mode CCFB has been used for implementing semantic security.

**Keywords:** data confidentiality, integrity, remotemonitoring, source authentication

## **EXPLORING THE APPLICATION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FACTORS IN ESFAHAN UNIVERSITY'S MEDICAL COLLEGE**

**Alireza Shirvani, Shadi Ebrahimi Mehrabani**

Department of Management, Islamic Azad University, Dehaghan Branch, Dehaghan, Iran

Faculty of Management and Human Resource Development, Universiti Teknologi of Malaysia,  
Skudai, Malaysia

### **Abstract:**

In this competitive age, one of the key tools of most successful organizations is knowledge management. Today some organizations measure their current knowledge and use it as an indicator for rating the organization on their reports. Noting that the universities and colleges of medical science have a great role in public health of societies, their access to newest scientific research and the establishment of organizational knowledge management systems is very important. In order to explore the Application of Knowledge Management Factors, a national study was undertaken. The main purpose of this study was to find the rate of the application of knowledge management factors and some ways to establish more application of knowledge management system in Esfahan University-s Medical College (EUMC). Esfahan is the second largest city after Tehran, the capital city of Iran, and the EUMC is the biggest medical college in Esfahan. To rate the application of knowledge management, this study uses a quantitative research methodology based on Probst, Raub and Romhardt model of knowledge management. A group of 267 faculty members and staff of the EUMC were asked via questionnaire. Finding showed that the rate of the application of knowledge management factors in EUMC have been lower than average. As a result, an interview with ten faculty members conducted to find the guidelines to establish more applications of knowledge management system in EUMC.

**Keywords:** Knowledge, knowledge management, knowledge management factors.

## ON THE ANALYSIS OF A COMPOUND NEURAL NETWORK FOR DETECTING ATRIO VENTRICULAR HEART BLOCK (AVB) IN AN ECG SIGNAL

**Salama Meghriche, Amer Draa, Mohammed Boulemden**

Controlé et Traitement de Signal' laboratory, Batna University, Algeria

'LIRE' laboratory, Mentouri University, Route de Ain El Bey, Algeria

### **Abstract:**

Heart failure is the most common reason of death nowadays, but if the medical help is given directly, the patient's life may be saved in many cases. Numerous heart diseases can be detected by means of analyzing electrocardiograms (ECG). Artificial Neural Networks (ANN) are computer-based expert systems that have proved to be useful in pattern recognition tasks. ANN can be used in different phases of the decision-making process, from classification to diagnostic procedures. This work concentrates on a review followed by a novel method. The purpose of the review is to assess the evidence of healthcare benefits involving the application of artificial neural networks to the clinical functions of diagnosis, prognosis and survival analysis, in ECG signals. The developed method is based on a compound neural network (CNN), to classify ECGs as normal or carrying an AtrioVentricular heart Block (AVB). This method uses three different feed forward multilayer neural networks. A single output unit encodes the probability of AVB occurrences. A value between 0 and 0.1 is the desired output for a normal ECG; a value between 0.1 and 1 would infer an occurrence of an AVB. The results show that this compound network has a good performance in detecting AVBs, with a sensitivity of 90.7% and a specificity of 86.05%. The accuracy value is 87.9%.

**Keywords:** Artificial neural networks, Electrocardiogram(ECG), Feed forward multilayer neural network, Medical diagnosis, Pattern recognition, Signal processing.

## NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT—A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY

**Kiranmai S.Rai**

Kasturba Medical College, Manipal University, Manipal, INDIA

### **Abstract:**

The neurogenic potential of many herbal extracts used in Indian medicine is hitherto unknown. Extracts derived from *Clitoria ternatea* Linn have been used in Indian Ayurvedic system of medicine as an ingredient of “Medhya rasayana”, consumed for improving memory and longevity in humans and also in treatment of various neurological disorders. Our earlier experimental studies with oral intubation of *Clitoria ternatea* aqueous root extract (CTR) had shown significant enhancement of learning and memory in postnatal and young adult Wistar rats. The present study was designed to elucidate the in vitro effects of 200ng/ml of CTR on proliferation, differentiation and growth of anterior subventricular zone neural stem cells (aSVZ NSC-s) derived from prenatal and postnatal rat pups. Results show significant increase in proliferation and growth of neurospheres and increase in the yield of differentiated neurons of aSVZ neural precursor cells (aSVZNPC-s) at 7 days in vitro when treated with 200ng/ml of CTR as compared to age matched control. Results indicate that CTR has growth promoting neurogenic effect on aSVZ neural stem cells and their survival similar to neurotrophic factors like Survivin, Neuregulin 1, FGF-2, BDNF possibly the basis for enhanced learning and memory.

**Keywords:** Anterior subventricular zone (aSVZ) neural stemcell, *Clitoria ternatea*, Learning and memory, Neurogenesis.



## VALIDATION AND APPLICATION OF A NEW OPTIMIZED RP-HPLC-FLUORESCENT DETECTION METHOD FOR NORFLOXACIN

**Mahmood Ahmad, Ghulam Murtaza, Sonia Khiljee, Muhammad Asadullah Madni**

Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy & Alternative Medicine, the Islamia University of Bahawalpur, Bahawalpur, Pakistan

Department of Pharmacy, Faculty of Pharmacy & Alternative Medicine, the Islamia University of Bahawalpur, Bahawalpur, Pakistan

### **Abstract:**

A new reverse phase-high performance liquid chromatography (RP-HPLC) method with fluorescent detector (FLD) was developed and optimized for Norfloxacin determination in human plasma. Mobile phase specifications, extraction method and excitation and emission wavelengths were varied for optimization. HPLC system contained a reverse phase C18 (5  $\mu$ m, 4.6 mm $\times$ 150 mm) column with FLD operated at excitation 330 nm and emission 440 nm. The optimized mobile phase consisted of 14% acetonitrile in buffer solution. The aqueous phase was prepared by mixing 2g of citric acid, 2g sodium acetate and 1 ml of triethylamine in 1 L of Milli-Q water was run at a flow rate of 1.2 mL/min. The standard curve was linear for the range tested (0.156–20  $\mu$ g/mL) and the coefficient of determination was 0.9978. Aceclofenac sodium was used as internal standard. A detection limit of 0.078  $\mu$ g/mL was achieved. Run time was set at 10 minutes because retention time of norfloxacin was 0.99 min. which shows the rapidness of this method of analysis. The present assay showed good accuracy, precision and sensitivity for Norfloxacin determination in human plasma with a new internal standard and can be applied pharmacokinetic evaluation of Norfloxacin tablets after oral administration in human.

**Keywords:** Norfloxacin, Aceclofenac sodium, Method optimization, RP-HPLC method, Fluorescent detection, Calibration curve.

## FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS

**Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat**

Faculty of Pharmaceutical Sciences, Prince of Songkla University, Thailand  
Faculty of Pharmaceutical Sciences, Prince of Songkla University, Thailand

### **Abstract:**

The objective of this study was to develop vaginal suppository containing lactobacillus. Four kinds of vaginal suppositories containing *Lactobacillus paracasei* HL32 were formulated: 1) a conventional suppository with Witepsol H-15 as a base, 2) a conventional suppository with mixed polyethylene glycols (PEGs) as a base, 3) a hollow-type suppository with Witepsol H-15 as a base and 4) a hollow-type suppository with mixed PEGs as a base. The release studies demonstrated that the hollow-type suppository with mixed PEGs as the base gave the highest release of *L. paracasei* HL32 and was microbiological stable after storage at 2- 8°C over the period of 3 months.

**Keywords:** *Lactobacillus paracasei* HL32, vaginal suppository, release study, hollow-type, viability.



## NUMERICAL TREATMENT OF MATRIX DIFFERENTIAL MODELS USING MATRIX SPLINES

**Kholod M. Abualnaja**

Mathematics Department, Umm Al-Qura University, Makkah, Saudi Arabia,

### **Abstract:**

This paper consider the solution of the matrix differential models using quadratic, cubic, quartic, and quintic splines. Also using the Taylor's and Picard's matrix methods, one illustrative example is included.

**Keywords:** Matrix Splines, Cubic Splines, Quartic Splines.





## APPLICATION OF INTUITIONISTIC FUZZY CROSS ENTROPY MEASURE IN DECISION MAKING FOR MEDICAL DIAGNOSIS

**Shikha Maheshwari, Amit Srivastava**

Jaypee Institute of Information Technology, India  
Jaypee Institute of Information Technology, Noida, Uttar Pradesh India

### **Abstract:**

In medical investigations, uncertainty is a major challenging problem in making decision for doctors/experts to identify the diseases with a common set of symptoms and also has been extensively increasing in medical diagnosis problems. The theory of cross entropy for intuitionistic fuzzy sets (IFS) is an effective approach in coping uncertainty in decision making for medical diagnosis problem. The main focus of this paper is to propose a new intuitionistic fuzzy cross entropy measure (IFCEM), which aid in reducing the uncertainty and doctors/experts will take their decision easily in context of patient's disease. It is shown that the proposed measure has some elegant properties, which demonstrates its potency. Further, it is also exemplified in detail the efficiency and utility of the proposed measure by using a real life case study of diagnosis the disease in medical science.

**Keywords:** Intuitionistic fuzzy cross entropy (IFCEM), intuitionistic fuzzy set (IFS), medical diagnosis, uncertainty.



## **PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYANILINE (PANI)- PLATINUM NANOCOMPOSITE**

**Kumar Neeraj, Ranjan Haldar**

Center of Excellence, Material Science and Engineering, Department of Metallurgy, OP Jindal  
Institute of Technology, India

### **Abstract:**

Polyaniline is an indispensable component in light emitting devices (LEDs), televisions, cellular telephones, automotive, corrosion-resistant coatings, actuators etc. The electrical conductivity properties were found to be increased by the introduction of metal nanoparticles. In the present study, an attempt has been made to utilize platinum nanoparticles to achieve improved electrical properties. Polyaniline and Pt-polyaniline composite were synthesized by electrochemical routes. X-ray diffractometer confirms the amorphous nature of polyaniline. The Bragg's diffraction peaks correspond to platinum nanoparticles in Pt-polyaniline composite and thermogravimetric analyzer indicates its decomposition at certain temperature. The Scanning Electron Micrographs of colloidal platinum nanoparticles were spherical, uniform shape in the composite. The current-voltage (I-V) characteristics of the PANI and composites were also studied which indicate a significant decrease in resistivity than PANI-Platinum after the introduction of Pt nanoparticles in the matrix of polyaniline (PANI).

**Keywords:** Polyaniline, XRD and Platinum Nanoparticles.



## ESTIMATION OF THE MEAN OF THE SELECTED POPULATION

**Kalu Ram Meena, Aditi Kar Gangopadhyay, Satrajit Mandal**

Department of Mathematics, Indian Institute of Technology Roorkee –

Department of Mathematics, NISER, INDIA

### **Abstract:**

Two normal populations with different means and same variance are considered, where the variance is known. The population with the smaller sample mean is selected. Various estimators are constructed for the mean of the selected normal population. Finally, they are compared with respect to the bias and MSE risks by the method of Monte-Carlo simulation and their performances are analysed with the help of graphs.

**Keywords:** Estimation after selection, Brewster-Zidek technique.



## **A NEW MODIFICATION OF NONLINEAR CONJUGATE GRADIENT COEFFICIENTS WITH GLOBAL CONVERGENCE PROPERTIES**

**Ahmad Alhawarat, Mustafa Mamat, Mohd Rivaie, Ismail Mohd**

School of Informatics and Applied Mathematics, Universiti Malaysia Terengganu, Malaysia  
Fakulti Informatik dan Komputeran, Universiti Sultan Zainal Abidin, Malaysia

Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Universiti Malaysia  
Department of Computer Science and Mathematics, Univesiti Teknologi Mara Malaysia

### **Abstract:**

Conjugate gradient method has been enormously used to solve large scale unconstrained optimization problems due to the number of iteration, memory, CPU time, and convergence property, in this paper we find a new class of nonlinear conjugate gradient coefficient with global convergence properties proved by exact line search. The numerical results for our new  $\beta_K$  give a good result when it compared with well known formulas.

**Keywords:** Conjugate gradient method, conjugate gradient coefficient, global convergence.



## SOME RESULTS ON THE GENERALIZED HIGHER RANK NUMERICAL RANGES

**Mohsen Zahraei**

Department of Mathematics, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran,

### **Abstract:**

In this paper, the notion of rank- $k$  numerical range of rectangular complex matrix polynomials are introduced. Some algebraic and geometrical properties are investigated. Moreover, for  $\epsilon > 0$ , the notion of Birkhoff-James approximate orthogonality sets for  $\epsilon$ -higher rank numerical ranges of rectangular matrix polynomials is also introduced and studied. The proposed definitions yield a natural generalization of the standard higher rank numerical ranges.

**Keywords:** Rank- $k$  numerical range, isometry, numerical range, rectangular matrix polynomials

## ENERGY CONSUMPTION OF AN INDUSTRIAL HEAT RECOVERY VENTILATION NETWORK FOR AN R&D OFFICE

**B.Sc. Student, BAHADIR SAHIN DEMIR <sup>1</sup>, Asst. Prof., SAHIN GUNGOR <sup>\*2</sup>**

<sup>1</sup> Izmir Katip Celebi University, Department of Mechanical Engineering,  
0000-0001-5545-0947

<sup>2</sup> Izmir Katip Celebi University, Department of Mechanical Engineering,  
, 0000-0003-1833-1484

\*Corresponding author: Asst. Prof. Dr. Sahin GUNGOR,

### ABSTRACT

Indoor air quality is a crucial factor for the health condition and personal comfort of people. Natural ventilation systems or mechanical ventilation networks provide fresh air to the breathing zone and evacuates the exhaust air, yet this operation could be inefficient in terms of air conditioning. At this point, heat recovery ventilation systems contribute the total efficiency enabling heat exchange among the cold and hot air streams. In winter, thermal energy of hot exhaust air is transferred to the cold fresh air stream via crossflow recuperator, and in summer the reverse process is also taken place. In this work, we focus on the ventilation requirements, design procedures and energy consumption of an industrial heat recovery ventilation system. The case selected is an R&D office with ten specialists working within the domain. The supply and exhaust air ventilation rates, number of vents in the ventilation network, vent dimensions and outlet velocity levels are determined complying with ASHRAE 62.1 standard. Furthermore, heat recovery ventilation unit is designed according to the thermal needs, and it is integrated into the ventilation network to investigate a realistic energy consumption. Once the minor and major pressure losses are calculated for all the ducts, elbows, bends, vents and heat exchanger, an industrial fan is proposed for the heat recovery ventilation network. The results indicate that air-to-air heat exchanger system is the dominant component on the total pressure losses of the ventilation network, yet the contribution on the air conditioning energy efficiency reaches up to 39.5% during the ventilation.

**Key Words:** Heat recovery ventilation, pressure losses, energy consumption, ventilation network.

### 1. INTRODUCTION

Global demand of energy is rising due to the technological developments and population growth, and energy need concept is gaining remarkable importance for nations day by day. At this point, main energy consumption factor in the modern era is buildings/constructions [1, 2]. Heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) systems, industrial machines and devices, lighting, and household appliances are just a few examples of building based energy usage. In

European Union, more than 40% of the energy usage in office buildings originates from HVAC systems [3]. Furthermore, the case is not much different in the global scale. Although energy consumption of HVAC units can be reduced by mathematical modelling and optimization [4, 5], some unexpected situations trigger more energy demand. For instance, ventilation requirements and indoor air quality in closed environments where people are coming together have gained a significant importance after Covid-19 pandemic [6, 7]. During the Covid-19 pandemic, energy consumption levels resulting from HVAC systems have raised to a great extent due to the increased time in closed/conditioned spaces [8].

Mechanical ventilation systems account for about 26% of HVAC based total energy consumption [9]. Ventilation units regulate and control indoor air quality and humidity levels for reducing the detrimental effects on personal comfort. Furthermore, heat recovery ventilation (HRV) systems are utilized to obtain desired air properties with an energy efficient way. HRV network contribute energy efficient ventilation via heat exchange between the cold and hot air streams [10, 11]. HRV technologies have many types for building applications [12]. In high-performing buildings, ventilation heat recovery systems are frequently advised or necessary to conserve heat energy. Over 90% of ventilation heat may be recovered with the invention and improvement of heat recovery technologies [13]. In the literature, HRV technologies have been studied to provide more efficient methods and to reduce energy consumption [14]. M. Krus et al. [15] made energy consumption calculations for demand-based ventilation and heat recovery ventilation systems. They compared these HVAC technologies. As a result of this comparison, it has been determined that more energy is used with a small difference in the demand-based exhaust ventilation system. Furthermore, heat recovery technologies are utilized for cooling down selected spaces [16]. This principle of operation is preferred in spring and summer seasons to reduce energy consumption [17]. On the other hand, an energy recovery ventilation (ERV) system recovers perceivable and latent heat, while HRV extracts just perceptible heat from the evacuated air [18]. W. Yaïci et al. [19] performed numerical analyses for both HRV and ERV under co-current and counter flow conditions. Energy and heat recovery system are analysed via computational fluid dynamics (CFD) simulations. The simulation results are up to 98% compatible with the empirical equations. Zubaydi et al. [20] experimentally investigated the performance of two counter flow heat exchanger systems for the purpose of cooling. The findings indicated that cooling capacity of the flat surface heat exchange systems is comparatively lower than the dimpled one. However, this additional thermal performance comes with energy consumption penalty.

Considering the office buildings in particular, the energy consumption of office buildings in US was about 207 kWh/m<sup>2</sup> for office buildings with a floor space of more than 92.9 m<sup>2</sup> (1000 ft<sup>2</sup>) in 2018. More than 50% of this consumption is due to the HVAC operations [21]. Dhital et al. [22] investigated energy consumption and cost of office buildings having ventilation system with run-around heat exchanger. They compared the proposed systems with/without run-around heat exchanger. The results showed that annual electricity and natural gas consumption for space heating can be decreased in office buildings with run-around heat exchangers. Likewise, Rim et al. [23] mainly focused on the energy and cost required for ventilation of office buildings in tropical climates. They examined the effects of outdoor and indoor temperature, humidity

levels, and electricity supply cost on energy the usage and cost. The findings indicated that in a tropical environment more than 80% of the energy consumption in building ventilation is spent by dehumidifying the outside air. Note that energy consumption of HVAC systems is regarding with ventilation type and ventilation unit performance [24]. Che et al. [25] investigated the energy consumption, thermal comfort and indoor air quality parameters of retrofitted HVAC system. The results showed that the retrofitted HVAC system significantly reduces the energy consumption of the selected office.

Within the scope of this study, energy consumption of an industrial HRV system and duct network is investigated for an R&D office scenario. The main conditions and required ventilation levels are determined according to ASHRAE 55 and ASHRAE 62.1 standards. HRV design, ventilation duct network and calculations are carried out for an R&D office zone where 10 occupants work simultaneously. Pressure losses resulting from the major and minor components and systems are documented in detail. Once the total energy consumption of the heat recovery ventilation network is determined, an industrial fan satisfying adequate fresh air to the selected domain is proposed.

## 2. METHOD AND MODEL

In this work, we focus on the local pressure losses and total energy consumption of an industrial heat recovery ventilation network. We utilize from the ASHRAE 55 [26] standard for thermal comfort requirements and ASHRAE 62.1 [27] for the indoor air quality factor. HRV unit and ventilation network are designed for single zone office space. Classification of air, area outdoor airflow rate ( $R_a$ ) and the people outdoor airflow rate ( $R_p$ ) needs have been determined according to the minimum ventilation rates in breathing zone chart in the ASHRAE 62.1. Outdoor airflow required in the breathing zone is calculated as follows:

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z \quad (1)$$

where,  $A_z$  and  $P_z$  are the zone floor area and zone population, respectively. Once the outdoor airflow need in breathing zone is calculated, the zone air distribution effectiveness ( $E_z$ ) is determined via the zone air distribution effectiveness table in the ASHRAE 62.1 standard. Furthermore, the zone outdoor airflow ( $V_{oz}$ ) that the supply air distribution system provides to the ventilation zone can be calculated as:

$$V_{oz} = \frac{V_{bz}}{E_z} \quad (2)$$

$$V_{ot} = V_{oz} \quad (3)$$



where,  $V_{ot}$  is the outdoor air intake flow that is identical with the zone outdoor airflow in single zone ventilation systems. Likewise, the zone minimum primary airflow ( $V_{pz-min}$ ) can be calculated as follows:

$$V_{pz-min} = V_{oz} \times 1.5 \quad (4)$$

After these calculations, required volumetric flow rates of the supply air and exhaust air for the office space ventilation system are determined. Within the scope of this study, we assumed that the supply air flow rate is one third more than the exhaust air flow rate to improve the indoor air quality within the environment and to prevent the increase in humidity. Once the required air flow rates are calculated according to the ASHRAE standards, design of the HRV unit and ventilation network has been initiated. At this stage, the hydraulic diameter ( $D_{hyd}$ ) and length ( $L$ ) of the ducts, the thermophysical properties of the hot and cold air streams in the ductwork, air flow velocities have been determined. Reynolds number ( $Re$ ) at each flow system is calculated to check the flow regime. Darcy friction factor ( $f$ ) has been taken from the Moody chart with the help of Reynolds number and relative roughness data.

Minor loss coefficients ( $K_{L,minor}$ ) have been determined according to the duct types (elbows, sudden expansion etc.) and flow paths. As a result of these operations, minor ( $\Delta P_{minor}$ ) and major ( $\Delta P_{major}$ ) pressure losses in the ductwork part are calculated. Then the parameters of the HRV device in the ventilation system should be determined. The type of heat exchanger inside the HRV is a fixed plate cross flow system. We aimed laminar flow within the HRV plates to reduce pressure losses and total energy consumption. In this study, ventilation ducts are selected as square (300×300 mm) while the heat exchanger gaps are rectangular. The hydraulic diameter of each type of geometrical form can be calculated as follows:

$$D_{hyd} = \frac{4A_c}{P} \quad (5)$$

where,  $A_c$  is the cross-sectional area, and  $P$  is wetted perimeter. Reynolds number at the ducts, HRV inlet, and HRV fixed plate spacings are calculated via:

$$Re = \frac{\rho \times v \times D_{hyd}}{\mu} \quad (6)$$

In the Reynolds number equation,  $\rho$  is the density of fluid,  $v$  corresponds the average velocity at the inlet, and  $\mu$  is the dynamic viscosity. Reynolds number is checked to determine the flow regime, and we assumed that the flow is in laminar regime when the  $Re \leq 2000$ . Due to flow separation, velocity changes in the heat exchanger plate spacings. Using plate gap hydraulic diameter and air properties at 5°C, velocity is calculated via maximum Reynolds number. After that, supply air volumetric flow rate is divided by this velocity and total cross-sectional area of heat exchanger plate gap is obtained. This value is divided by one gap cross-section, and required number of gaps is calculated with this process. The volumetric flow rate is divided by

the gap number to find exhaust air velocity and one gap volumetric flow rate. Next, exhaust air velocity is calculated as follows:

$$\dot{V} = v \times A_c \quad (7)$$

As mentioned above, one of the critical parameters of energy consumption calculation is pressure losses. Minor and major pressure losses can be calculated as given:

$$\Delta P_{minor} = K_{L,minor} \frac{\rho v^2}{2} \quad (8)$$

$$\Delta P_{major} = f \frac{L}{D_{hyd}} \frac{\rho v^2}{2} \quad (9)$$

We design the HRV heat exchanger system according to the two main criteria: providing adequate heat transfer between the cold-hot streams and ensuring laminar regime among the heat exchanger plates to minimize the energy consumption as much as possible. In the HRV heat exchanger channels, width and length relation goes infinity; therefore, friction factor at fully developed laminar flow is determined by  $96/Re$ . On the other hand, there are various local coefficients for the minor losses. In this study, we use sudden expansion, sudden contraction, flanged (Tee) line flow, flanged (Tee) branch flow,  $20^\circ$  gradually expansion and  $90^\circ$  flanged smooth bends for the HRV-aided ventilation network.  $K_{L,minor}$  value can be calculated in case of sudden expansion with Equation 10.

$$K_{L,minor} = \left(1 - \frac{d_{hyd}^2}{D_{hyd}^2}\right)^2 \quad (10)$$

where,  $d_{hyd}$  is small duct hydraulic diameter, and  $D_{hyd}$  denotes the large duct hydraulic diameter. Remaining minor loss coefficients are taken from the standard minor loss tables [28, 29]. Once the total pressure losses  $\Delta P_{total}$  are obtained for each stream, these values are multiplied by their volumetric flow rates ( $\dot{V}$ ) obtaining from the ASHRAE 62.1 to calculate the power consumption ( $\dot{W}$ ):

$$\dot{W} = \Delta P_{total} \times \dot{V} \quad (11)$$

The supply and exhaust air have been charged or discharged via vents, and the air resistance caused by structure of the vents affects the aerodynamic performance of the system, and these effects can be expressed by the concept of discharge coefficient ( $C_d$ ). This coefficient can be obtained by formula or experiments [30, 31]. The effective area ( $A_{eff}$ ) formed by the impact of the discharge coefficient is used for determination of the required number of vents in the ventilation network. Effective area is calculated as follows:

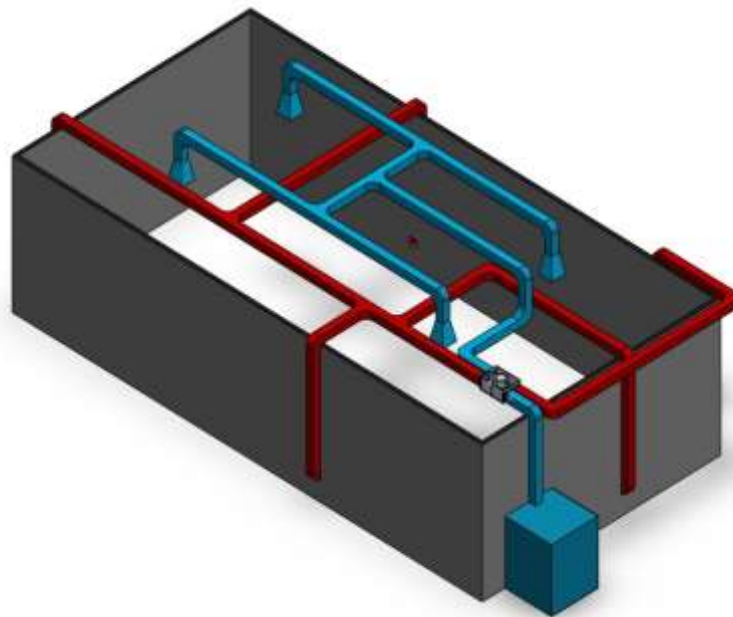
$$A_{eff} = C_d \times A_f \quad (12)$$

where,  $A_f$  is the free area of a vent. Assuming the exhaust air velocity is known, this value is multiplied by  $A_{eff}$ . Thus, the volumetric flow rate required for a vent ( $\dot{V}_{vent}$ ) is calculated by a simplified procedure as given below:

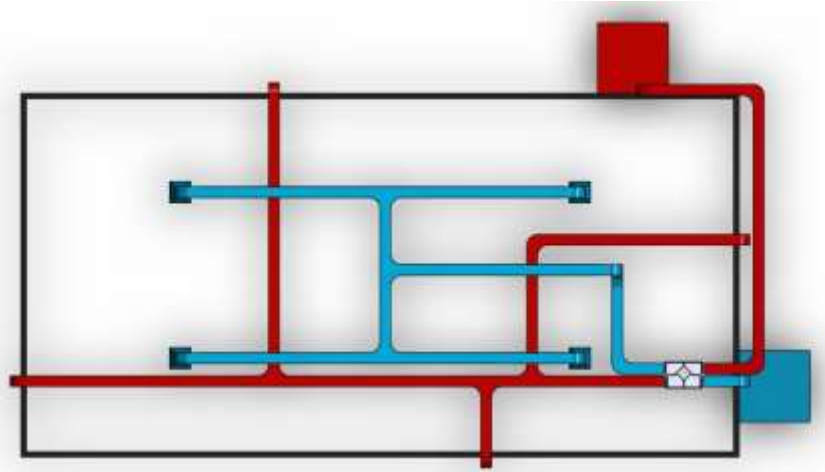
$$\dot{V}_{vent} = C_d \times A_f \times v = A_{eff} \times v \quad (13)$$

After this calculation, we are able to calculate number of vents for the proposed ventilation network. Total flow rates for each stream divided by the value of  $\dot{V}$  passing through a vent to calculate the required number of vents.

Note that the fans within the HRV unit are also considered in the total power consumption during the ventilation operations. Design of the office space ventilation network is presented in Figure 1. Blue duct line represents the supply (fresh) air stream while the red coloured parts belong to the exhaust air stream. HRV system is positioned on ceiling (grey colour) to effectively exchange the heat between the streams. Complying with the industrial applications and fresh-contaminated density levels of air, the supply air vents are on the ceiling and exhaust air vents are at the bottom of the walls. Fans are considered at the outside of the walls to decrease the noise level within the ventilated space.

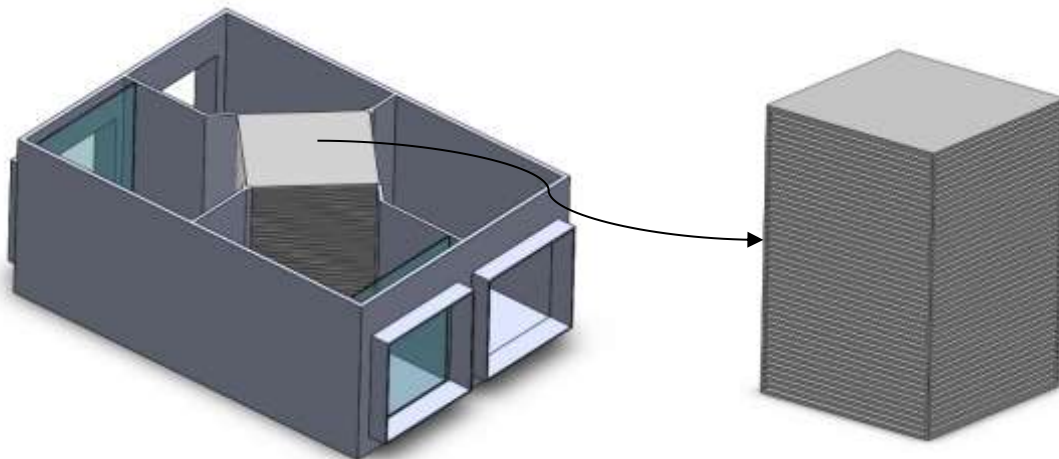


**Figure 1.** Ventilation network design for an office ventilation domain.



**Figure 2.** Top view of the ventilation network.

Figure 2 shows the top view of the proposed ventilation network. Office space has 20×10 m floor area dimensions. Supply air vents are chosen as 600×600mm while exhaust air vents have 300×300 mm dimensions. Figure 3 demonstrates the HRV device design and fixed plate heat exchanger for a cross flow application. One gap in the heat exchanger has 4×290mm cross-sectional area and the gaps have 300 mm width. Thickness of plates is taken as 1 mm.

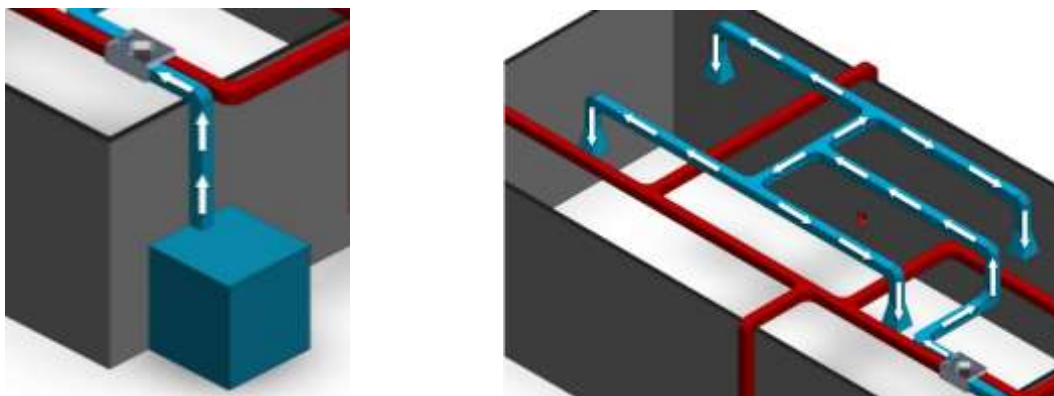


**Figure 3.** Heat recovery ventilation unit and core heat exchanger.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

In this section, required volume flow rates for the fresh and exhaust air streams are calculated by utilizing Eqs. 1-13. Then, the minor and major pressure drops in the ventilation system caused by the duct network have been evaluated according to the investigated office domain. Next, the total pressure drop and power consumptions are obtained for the proposed ventilation network. The effects of ducts, HRV device, bends, sudden expansions and contractions in the system on pressure drops have emerged as a result of these calculations. ASHRAE 62.1 standard has been used while determining the airflows. Since the single zone office space is considered in the study, the  $R_p$  and  $R_a$  values from the breathing zone chart in ASHRAE are

taken as 2.5 L/s and 0.3 L/s per unit area, respectively. Breathing zone outdoor airflow ( $V_{bz}$ ) is calculated as 306 m<sup>3</sup>/h for ten occupants and 200 m<sup>2</sup> floor area. The zone outdoor airflow value ( $V_{oz}$ ) is then obtained by dividing the  $V_{bz}$  value by the zone air distribution effectiveness of  $E_z$ . Note that  $V_{oz}$  value is equal the breathing zone outdoor airflow as the effectiveness is one. After this stage, the  $V_{oz}$  value is multiplied by 1.5 to find the minimum primary airflow ( $V_{pz-min}$ ) value in the standards, the value is calculated as 459 m<sup>3</sup>/h. Thus, the minimum primary air required for supply and exhaust air streams in the system were calculated. Amount of the supply air flow rate is assumed as one-third more than the exhaust air flow rate to improve the indoor air quality within the environment and to prevent the increase in humidity. In line with this strategy, supply and exhaust air flow rates used in the ventilation network have been determined as 612 m<sup>3</sup>/h (0.17 m<sup>3</sup>/s) and 459 m<sup>3</sup>/h (0.1275 m<sup>3</sup>/s), respectively.



**Figure 4.** Supply air ventilation network.

Figure 4 presents the supply air ventilation duct system. Ducts have 300×300 mm cross-sectional area, and this value is kept the same for the exhaust network. Cold and hot air streams flow at a speed of 0.6 m/s in the ducts, and calculations are made accordingly. As the investigated HRV scenario was determined according to the winter conditions, temperature of the supply air sucking from the outside is taken as 5 °C, and the indoor environment temperature is set to 26 °C. As a result of the heat transfer calculations via effectiveness-NTU and LMTD methods, it is calculated that the supply air temperature increases from 5 °C to 13.32 °C while the exhaust air temperature decreases from 26 °C to 14.01 °C. The density of the air at these temperatures was used in the next stages of this calculations.

Table 1. Reynolds Number Values

	Before Heat Exchanger		After Heat Exchanger		In Heat Exchanger	
	Supply Air	Exhaust Air	Supply Air	Exhaust Air	Supply Air	Exhaust Air
$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1.269	1.18	1.232	1.229	1.269	1.18
$v$ (m/s)	0.6	0.6	0.6	0.6	3.5	2.67
$D_{hyd}$ (m)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0079	0.0079
$\mu$ (Pa.s)	1.754 $\times 10^{-5}$	1.85 $\times 10^{-5}$	1.795 $\times 10^{-5}$	1.802 $\times 10^{-5}$	1.754 $\times 10^{-5}$	1.85 $\times 10^{-5}$
$Re$	13022	11481	12324	12236	1995	1345

Required values for Reynolds number calculation and obtained Reynolds numbers are given in Table 1. In the heat exchanger system, the hydraulic diameter of the 4×290 mm gap cross-section is calculated as 0.0079 m. Note that when the Reynolds number is 2000, the speed of the supply air in the plate spacing is about 3.5 m/s. This velocity is divided by the total flow rate of 0.17 m<sup>3</sup>/s, and the total cross-sectional area of the gaps of the heat exchanger is obtained as 0.48 m<sup>2</sup>. When this area is divided by the area of a gap (0.004×0.29 m), it is seen that the number of gaps, which allows us to keep the flow in the heat exchanger as laminar flow, is almost 42. Next, the flow of the exhaust air is divided into 42, and the result is divided into the cross-sectional area of a gap. Finally, the exhaust air velocity in one gap of the heat exchanger has been calculated as 2.67 m/s. Figure 5 presents the exhaust air stream, fan sections, and HRV device. The HRV device in the ventilation network causes changes in the properties of the air. For this reason, three parts of the flow, before the HRV device, inside the HRV, and after the HRV device, are taken into account while making the calculations.

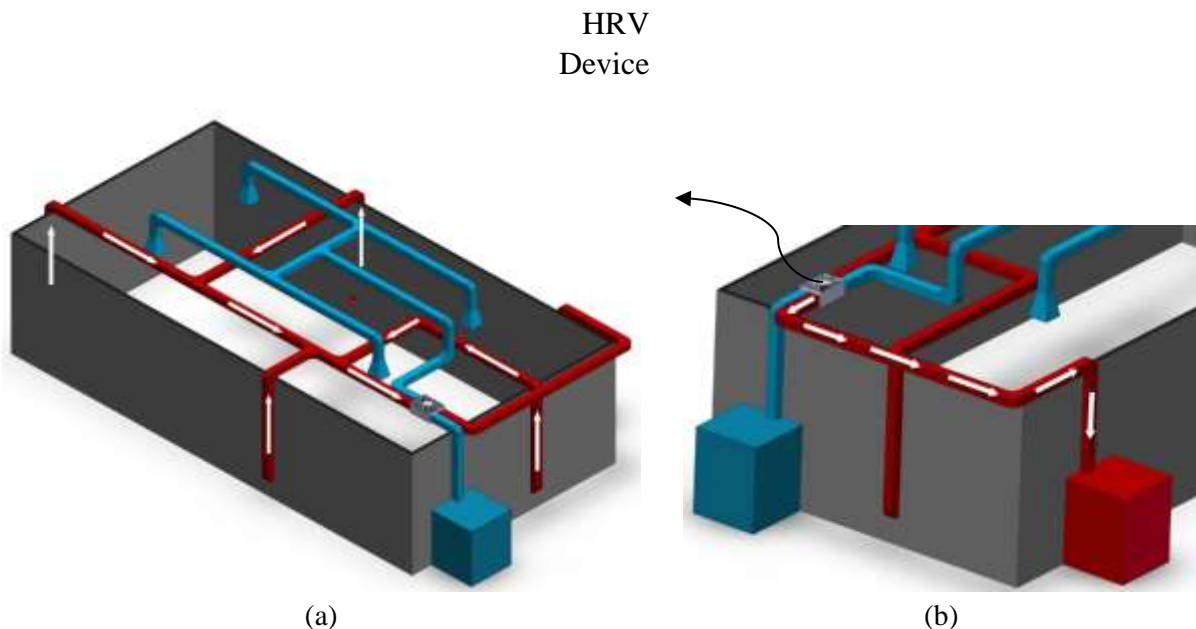


Figure 5. Exhaust air ventilation network, (a) before and (b) after the HRV device.

Note that the personal comfort of the occupants in the investigated domain is considered; therefore, fresh air is supplied to the environment at a speed of 0.2 m/s. On the other hand, exhaust air is planned to be taken from the environment at a speed of 0.6 m/s as the personal comfort is not an issue at this stream. Our supply air vents have been chosen as 600×600 mm, and discharge coefficient was accepted as 0.61. The effective area of the supply air vents is calculated as 0.22 m<sup>2</sup> when the cross-sectional area is taken as free. Likewise, the effective area of 300×300 mm exhaust air vents is determined as 0.055 m<sup>2</sup>. The product of this effective area and the velocities give us the flow rate through a vent. When the flows are divided by the total volumetric flow rate, the required number of vents is obtained. This number has been found about 4 vents as a result of the explained processes for both supply air and exhaust air streams. Finally, the design was completed by considering the vents whose numbers and locations are determined according to the indoor air quality and personal comfort conditions.

The lengths of the supply air and exhaust air ductworks are examined in three parts due to the change in the air properties due to the HRV device. Duct lengths are given in Table 2. These lengths are critical for the major pressure loss calculations.

Table 2. Dimensions of the ventilation network subsections.

	Before Heat Exchanger		After Heat Exchanger		Within Heat Exchanger	
	Supply Air Ductwork	Exhaust Air Ductwork	Supply Air Ductwork	Exhaust Air Ductwork	Supply Air Path	Exhaust Air Path
Length (m)	4	52.5	34.46	13.5	0.3	0.3

Required  $K_{L,minor}$  values have been carefully determined when making the minor pressure drop calculations. As presented in Table 3,  $K_{L,minor}$  values are; 0.3 for 90° flanged smooth bends, 0.2 for flanged (Tee) line flow, 1 for flanged (Tee) branch flow, 0.02 for 20° gradually expansion, 1.05 for the rounded inlet where the supply air branches off, 0.1 for sudden contraction due to HRV device exit, 0.4 for sudden contraction due to heat exchanger entrance, 0.073 for sudden expansion due to HRV device entrance and 0.6 for sudden expansion due to heat exchanger exit. Appropriate  $K_{L,minor}$  values are used in the calculations for ductwork supply and exhaust air system.

Table 3. Minor loss coefficients ( $K_{L,minor}$ ).

	Location	Value
		Flanged Line Flow
Flanged Branch Flow	Before HRV device, exhaust air parts	1
90° Smooth Bend	Supply and exhaust air bends	0.3
20° Gradually Expansion	In passing to supply air vents	0.02
Sudden Expansion	HRV device entrance & Heat exchanger exit	0.073 & 0.6
Sudden Contraction	HRV device exit & Heat exchanger entrance	0.1 & 0.4
Rounded T Bend	After HRV device, supply air bend for stream separation	1.05

Table 4 and 5 present the Darcy friction factor values under laminar and turbulent flow regime conditions. These friction factors are required for the major loss calculations in the ventilation network. We utilized from the Moody's chart to determine the friction factors. Note that the flow is laminar within the heat exchanger channels while the flow regime in the rest of the system is turbulent. Relative roughness of ducts with galvanized steel material and 0.3 m hydraulic diameter is  $5 \times 10^{-4}$ . Next, the  $f$  values are determined by looking at the calculated Reynolds numbers and relative roughness. The  $f$  value of 0.028 has been obtained in the part

of the supply air and before the heat exchanger, and it is 0.0275 in the part after the heat exchanger. Friction factor within the heat exchanger have been calculated with the equation  $96/Re$ . There are two different  $f$  values here: the  $f$  value of the cold air in the heat exchanger is 0.048, and the  $f$  value of the exhaust air is 0.071.

Table 4. Laminar flow Darcy friction factor results.

	Within Heat Exchanger	
	Reynolds Number	$f$ value
Supply Air	1995	0.048
Exhaust Air	1345	0.071

Table 5. Turbulent flow Darcy friction factor results.

	Before Heat Exchanger			After Heat Exchanger		
	Reynolds Number	Relative Roughness	$f$ value	Reynolds Number	Relative Roughness	$f$ value
Supply Air	13022	$5 \times 10^{-4}$	0.028	12324	$5 \times 10^{-4}$	0.0275
Exhaust Air	11481	$5 \times 10^{-4}$	0.027	12236	$5 \times 10^{-4}$	0.0275

Table 6 presents the minor and major pressure drop results for different sections of the ventilation network. When we add the minor and major losses for the supply air system, it is about 25.5 Pa. Furthermore, the total pressure losses in the exhaust air ventilation system is calculated as 20.9 Pa.

Table 6. Minor, Major and Total Pressure Drop Values

	Before the HRV		After the HRV		Within the HRV		Total Pressure Drop (Pa)
	Minor Pressure Drop (Pa)	Major Pressure Drop (Pa)	Minor Pressure Drop (Pa)	Major Pressure Drop (Pa)	Minor Pressure Drop (Pa)	Major Pressure Drop (Pa)	
Supply air	0.072	0.085	1.26	0.7	9.2	14.2	25.5
Exhaust Air	1.4	1	0.21	0.27	6.7	11.3	20.9

As a result of these processes, 4.335 W total power consumption is calculated via the multiplication of the 25.5 Pa pressure drop in the supply air network and 0.17 m<sup>3</sup>/s volumetric flow rate. Exhaust air power consumption is calculated as 2.7 W by multiplying the total



pressure drop of 20.9 Pa and exhaust air flow rate of 0.1275 m<sup>3</sup>/s. Note that these values are only the power consumption due to the ventilation network. The final part of the calculations is selection of a proper fan ensuring adequate flow rate in the supply and exhaust sections. In this study, the axial fan with the code SCP250-1EC was chosen and proposed for both supply and exhaust air flow streams as a result of the pressure drop calculations.

Once all other parameters are determined and the fan is selected, its power consumption value has been included to the total power consumption. Total power consumption of the supply air system is calculated as 124.4 W, while it is about 122.7 W in the exhaust air stream. When the ventilation network operates for 1000 hours while the ambient conditions are remained the constant, the system consumes 124.3 kWh energy on supply air system. On the other hand, exhaust air system consumes about 122.7 kWh of energy. The combined energy consumption of the cold and hot streams reaches up to 247 kWh during the heat recovery ventilation process.

#### 4. CONCLUSION

In this study, energy consumption of an industrial HRV system has been investigated for an R&D office space. Proposed ventilation network satisfies the indoor air quality requirements, and it also reduces the energy consumption of cooling/heating processes via heat recovery. Once the minor and major pressure losses are calculated for all the ducts, elbows, bends, vents and heat exchanger, a proper industrial fan was proposed for the heat recovery ventilation network. Main conclusions are given as follows:

- HRV unit is the dominant factor on total pressure loss; therefore, we aimed laminar flow ( $Re \leq 2000$ ) within the crossflow heat exchanger system to decrease the pressure drop as much as possible. At this point, number of channels within the air-to-air heat exchanger system is computed as 42 for 300×300 mm heat transfer surface area on each plate side.
- Determination of the required number of vents is critical issue as it affects the speed of air streams and personal comfort conditions. The discharge coefficient was used for calculating the effective area of the vents, and 0.2 m/s velocity level has been set as threshold on the supply air stream in order not to disturb the occupants during the ventilation operation.
- Total pressure drop experienced on the exhaust and fresh air streams are calculated as 20.9 Pa and 25.5 Pa, respectively.
- The combined energy consumption of the cold and hot air streams reaches up to 247 kWh during a 1000-h heat recovery ventilation process.

#### REFERENCES

- [1] Berardi, U. (2015). Building energy consumption in US, EU, and BRIC countries. *Procedia engineering*, 118, 128-136.

- [2] Cao, X., Dai, X., & Liu, J. (2016). Building energy-consumption status worldwide and the state-of-the-art technologies for zero-energy buildings during the past decade. *Energy and buildings*, 128, 198-213.
- [3] Chenari, B., Carrilho, J. D., & da Silva, M. G. (2016). Towards sustainable, energy-efficient and healthy ventilation strategies in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1426-1447.
- [4] Kusiak, A., Li, M., & Tang, F. (2010). Modeling and optimization of HVAC energy consumption. *Applied Energy*, 87(10), 3092-3102.
- [5] Lu, L., Cai, W., Xie, L., Li, S., & Soh, Y. C. (2005). HVAC system optimization—in-building section. *Energy and Buildings*, 37(1), 11-22.
- [6] Guo, M., Xu, P., Xiao, T., He, R., Dai, M., & Miller, S. L. (2021). Review and comparison of HVAC operation guidelines in different countries during the COVID-19 pandemic. *Building and environment*, 187, 107368.
- [7] Ding, J., Yu, C. W., & Cao, S. J. (2020). HVAC systems for environmental control to minimize the COVID-19 infection. *Indoor and Built Environment*, 29(9), 1195-1201.
- [8] Zheng, W., Hu, J., Wang, Z., Li, J., Fu, Z., Li, H., ... & Yan, J. (2021). COVID-19 impact on operation and energy consumption of heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) systems. *Advances in Applied Energy*, 3, 100040.
- [9] Misevičiūtė, V., Motuzienė, V., & Valančius, K. (2018). The application of the Pinch method for the analysis of the heat exchangers network in a ventilation system of a building. *Applied Thermal Engineering*, 129, 772-781.
- [10] Beattie, C., Fazio, P., Zmeureanu, R., & Rao, J. (2018). Experimental study of air-to-air heat exchangers for use in arctic housing. *Applied Thermal Engineering*, 129, 1281-1291.
- [11] Zeng, C., Liu, S., & Shukla, A. (2017). A review on the air-to-air heat and mass exchanger technologies for building applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 753-774.
- [12] Mardiana-Idayu, A., & Riffat, S. B. (2012). Review on heat recovery technologies for building applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(2), 1241-1255.
- [13] Liu, P., Alonso, M. J., & Mathisen, H. M. (2022). Heat recovery ventilation design limitations due to LHC for different ventilation strategies in ZEB. *Building and Environment*, 224, 109542.
- [14] Vakiloroyaya, V., Samali, B., Fakhar, A., & Pishghadam, K. (2014). A review of different strategies for HVAC energy saving. *Energy conversion and management*, 77, 738-754.
- [15] Krus, M., Rösler, D., & Holm, A. (2009). Calculation of the primary energy consumption of a supply and exhaust ventilation system with heat recovery in comparison to a demand-based (moisture-controlled) exhaust ventilation system, AIVC conference 2009.
- [16] Wang, Y., Zhao, F. Y., Kuckelkorn, J., Liu, D., Liu, L. Q., & Pan, X. C. (2014). Cooling energy efficiency and classroom air environment of a school building operated by the heat recovery air conditioning unit. *Energy*, 64, 991-1001.
- [17] Huang, S., Li, W., Lu, J., & Li, Y. (2017). Experimental study on two type of indirect evaporative cooling heat recovery ventilator. *Procedia Engineering*, 205, 4105-4110.

- [18] Li, B., Wild, P., & Rowe, A. (2019). Performance of a heat recovery ventilator coupled with an air-to-air heat pump for residential suites in Canadian cities. *Journal of Building Engineering*, 21, 343-354.
- [19] Yaïci, W., Ghorab, M., & Entchev, E. (2013). Numerical analysis of heat and energy recovery ventilators performance based on CFD for detailed design. *Applied Thermal Engineering*, 51(1-2), 770-780.
- [20] Al-Zubaydi, A. Y. T., & Hong, G. (2018). Experimental investigation of counter flow heat exchangers for energy recovery ventilation in cooling mode. *International Journal of Refrigeration*, 93, 132-143.
- [21] Energy Information Administration, U.S. (2022). 2018 Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS). *US Department of Energy*.
- [22] Dhital, P., Besant, R. W., & Schoenau, G. J. (1995). *Integrating run-around heat exchanger systems into the design of large office buildings* (No. CONF-950624-). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, GA (United States).
- [23] Rim, D., Schiavon, S., & Nazaroff, W. W. (2015). Energy and cost associated with ventilating office buildings in a tropical climate. *PloS one*, 10(3), e0122310.
- [24] Korolija, I., Marjanovic-Halburd, L., Zhang, Y., & Hanby, V. I. (2011). Influence of building parameters and HVAC systems coupling on building energy performance. *Energy and Buildings*, 43(6), 1247-1253.
- [25] Che, W. W., Tso, C. Y., Sun, L., Ip, D. Y., Lee, H., Chao, C. Y., & Lau, A. K. (2019). Energy consumption, indoor thermal comfort and air quality in a commercial office with retrofitted heat, ventilation and air conditioning (HVAC) system. *Energy and Buildings*, 201, 202-215.
- [26] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2017). ASHRAE Standard 55-2017. Thermal environmental conditions for human occupancy.
- [27] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2019). ASHRAE Standard 62.1-2019. Ventilation for acceptable indoor air quality.
- [28] Cimbala, J. M., & Cengel, Y. A. (2006). *Fluid mechanics: fundamentals and applications*. McGraw-Hill Higher Education.
- [29] Munson, B. R., Young, D. F., Okiishi, T. H., Huebsch, W. W. (2009). *Fundamentals of Fluid Mechanics*, Sixth Edition. John Wiley & Sons.
- [30] Bailey, B. J., Montero, J. I., Parra, J. P., Robertson, A. P., Baeza, E., & Kamaruddin, R. (2003). Airflow resistance of greenhouse ventilators with and without insect screens. *Biosystems Engineering*, 86(2), 217-229.
- [31] Jones, B. M., Cook, M. J., Fitzgerald, S. D., & Iddon, C. R. (2016). A review of ventilation opening area terminology. *Energy and Buildings*, 118, 249-258.

## FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PANELLERİNDEN BESLENEN SÜREKLİ MIKNATISLI DOĞRU AKIM MOTORUNU KONTROL EDEN KESİR DERECELİ PID KONTROLÖR PARAMETRELERİNİN JAYA OPTİMİZASYON ALGORİTMASI İLE AYARLANMASI

**Dr. AYKUT FATİH GÜVEN<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> YALOVA Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, – ORCID ID 0000-0002-1071-9700

### ÖZET

Fotovoltaik Güneş Panelleri (FVGP), rüzgar türbinleri, yakıt pilleri, dalga enerjisi, biyokütle en çok bilinen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Güneş enerjisi bunlar içerisinde en önemli enerji kaynaklarından biridir. FVGP, güneşten elektrik üretmeyi sağlayan temiz enerji kaynaklarından biridir. Elektrik üretimi nedeniyle oluşan karbon salınımının azaltılması ve daha çevreci olması nedeniyle tercih edilmektedir. Bu nedenle günümüzde FVGP'den beslenen yükler üzerine yapılan çalışmalar hızla artmaktadır. Özellikle şebekeden uzak yerlerde, elektrik şebekesine erişimin zor olduğu coğrafi bölgelerde güneş enerjisinin kullanım alanları önemli bir yere sahiptir. Tarımsal sulama bu alanlardan bir tanesidir. Bu amaçla FVGP'den beslenen elektrik makinaları çorak arazilerde üretimi mümkün hale getirmiştir. Bu eserde FVGP'den beslenen Sürekli Miknatıslı Doğru Akım Motorunun (SMDAM) Kesir Dereceli PID (KDPID) kontrolör yardımıyla kontrol edilmesi anlatılmaktadır. SMDAM'ın devir sayısının etkin kontrolü ile istenen hızla suyun çıkartılması ve tarlalara aktarılması sağlanmaya çalışılmıştır. Bunun için devir sayısı kontrolü gerçekleştirilmiştir. Bunu sağlayan KDPID kontrolör parametreleri Jaya Optimizasyon Algoritması (JOA) ile bulunmaya çalışılmıştır. Bu algoritma basit yapısı, hızlı çalışması ve elde ettiği iyi sonuçlar nedeniyle seçilmiştir. PID kontrolörlerin daha ileri versiyonları olan KDPID'ler daha karmaşık yapısıyla ve hassas ayarlamalar için geliştirilmiştir. Kesir dereceli yapısı bunu mümkün hale getirmektedir. Devir sayısının geniş bir aralıkta değişmesi gerektiğinde bu parametreler çok iyi ayarlanmalıdır. Bu nedenle kontrolör parametreleri çok iyi seçilmelidir. JOA, KDPID'ye ait beş parametreyi optimize etmektedir. Kurulan sistem FVGP, SMDAM, sürücü, kontrolör, yükler ve ölçüm elemanlarından oluşmaktadır. Benzetim çalışmasında yükler de dinamik olarak değiştirilerek sistem zorlanmakta ve performansı incelenmektedir. Sistemin tamamı Matlab/Simulink ortamında modellenmiş ve benzetimi gerçekleştirilmiştir. İlk önce geniş bir aralıkta JOA çalıştırılmış ve arama uzayında en iyi değerler elde edildikten sonra sistem bu parametrelere göre çalıştırılarak sonuçlar elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Fotovoltaik Güneş Panelleri, Sürekli Mıknatıslı Doğru Akım Motoru, Kesir Dereceli PID, Jaya Optimizasyon Algoritması, Kontrol Sistemleri Optimizasyonu.

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda artan enerji ihtiyacı insanları başka enerji kaynaklarını araştırmaya yönlendirmiştir. Özellikle kömür ve linyit gibi yoğun dumana ve yanma sonrası dev kül dağlarına neden olan santrallerin kullanımı ya da nükleer santraller gibi pahalı ve son derece tehlikeli elektrik üreteçlerinden faydalanmak yerine rüzgar enerjisi, yakıt pilleri ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarını kullanmak tercih edilmeye başlanmıştır [1]. Bunun sonucunda yenilenebilir bu enerji kaynakları ile yüklerin beslenmesi, ara bağlantı cihazlarının tasarımı, melez yapıda bir arada kullanılmaları ve bu sistemlerde çıkan sorunların çözümüne dair pek çok araştırma yapılmaya başlanmıştır [2-3].

Özellikle kırsal alanda, şebekeden uzakta bulunan bağ, bahçe, tarla gibi yerlerde elektrik olmaması nedeniyle ürün yetiştirmek son derece zor bir iş haline gelmektedir. Özellikle yeterli miktarda suyun kuyulardan çekilmesi ve sulamanın gerçekleştirilmesi gerektiğinde elektrik enerjisi elzemdir [4]. Bu problemi çözmek için şebekeden bağımsız çalışan rüzgar enerjisi, yakıt pilleri ya da FVGP kullanmak gerekir.

Tarımsal alanların sulamalarında, uzun mesafede yerleştirilmiş yerin altındaki artezyen suyunun çekme uygulamalarında değişik motorlar kullanılabilir. Yaygın olarak dalgıç pompa/motor [5], asenkron motor [6] ucuz ve verimli olmaları nedeniyle kullanılmaktadır. Alternatif olarak sürekli SMDAM'da kullanılabilir. Uzun ömürlü olmasına rağmen pahalı bir çözümdür [7].

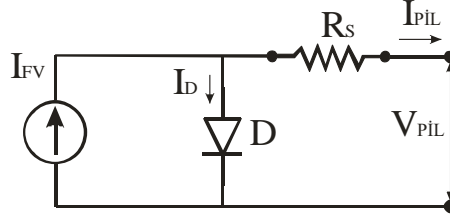
Elektrik makinalarını sürücüler kontrol etmektedir. Sürücüler ise PID [8], bulanık mantık denetleyici [9], model öngörülü kontrolör [10] gibi değişik temel kontrol tekniklerini kullanmaktadır. Bunlar arasında temel teknik PID kontrolörlerdir. Bunların daha gelişmiş olanları ise KDPID ve 2DOFPID, TID gibi kontrolörlerdir ve daha karmaşık oldukları için genel olarak PID'lere kıyasla daha iyi sonuç verirler [11-13].

Bu çalışma şebekeden bağımsız olarak çalışarak SMDAM'a enerji sağlayan ve böylece sulama işlemini gerçekleştiren FVGP sistemi tüm bileşenleri ile anlatılmaktadır. Kuyudan su çekilirken devir sayısının sabit kalması ve belli miktarda suyun çekilmesi talep edilmektedir. Bu nedenle SMDAM'ın devir sayısı KDPID kontrolör ile ayarlanmaktadır. Kontrolör parametreleri ise JOA kullanılarak belirlenmiştir. Sistem güneş panelleri, SMDAM, KDPID, yükler ve ölçüm elemanlarından oluşmaktadır. Tamamı Matlab/Simulink programında modellenmiş ve analiz edilmiştir.

## 2. SİSTEM BİLEŞENLERİ

### 2.1. Fotovoltaik Güneş Panelleri (FVGP)

FVGP'ler güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştüren ara birimlerdir. Görsel 1'de eşdeğer devresi görülmektedir.



Görsel 1. Güneş Pili Basitleştirilmiş Eşdeğer Devresi

Denklem 1'de güneş pilinden elde edilen gerilimin denklemi görülmektedir.

$$V_{pil} = \frac{A \cdot k \cdot T_{pil}}{e} \ln \left( \frac{I_{FV} + I_0 - I_{pil}}{I_0} \right) - R_s \cdot I_{pil} \quad (1)$$

Çizelge 1'de, Denklem 1'de kullanılan değişkenlerin tanımları görülmektedir.

Çizelge 1. Güneş Pili Eşdeğer Devre Denkleminde Kullanılan İfadelerin Açıklaması

<u>Değişken</u>	<u>Açıklaması</u>	<u>Birimi/Değeri</u>
$V_{pil}$	FV pilin çıkış gerilimi	V
$I_{pil}$	FV pilin çıkış akımı	A
$I_{FV}$	Fotoakım	A
$I_0$	D diyotunun ters doyma akımı	A
$R_s$	Eşdeğer devrenin seri direnci	Ohm
$T_{pil}$	Referans çalışma sıcaklığı	°K
$e$	Elektron yükü	$1.6021917 \times 10^{-19}$ C
$k$	Boltzmann sabiti	$1.380622 \times 10^{-23}$ J/°K
$A$	Eğri uydurma faktörüdür	---

Bu piller seri ve paralel bağlanarak istenen akım ve gerilim değerine getirilerek güneş panelleri oluşturulmaktadır [14].

### 2.2. Sürekli Mıknatıslı Doğru Akım Motorları (SMDAM)

SMDAM'lar doğru gerilimden elde ettikleri güç ile elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren elektrik makinalarıdır. Denklem 2, 3, 4, 5 ve 6'da SMDAM'ın temel matematiksel eşitlikleri görülmektedir.

$$T_m = K_i I_a \quad (2)$$

$$w_m = \frac{d\theta}{dt} \quad (3)$$

$$E_b = K_b w_m \quad (4)$$

$$E_a - K_b \frac{d\theta}{dt} = L_a \frac{dI_a}{dt} + R_a I_a \quad (5)$$

$$K_i I_a = J_m \frac{d^2\theta}{dt^2} + B_m \frac{d\theta}{dt} \quad (6)$$

Çizelge 2'de, Denklem 2 ile Denklem 6 arasında kullanılan değişkenlerin tanımları görülmektedir [15].

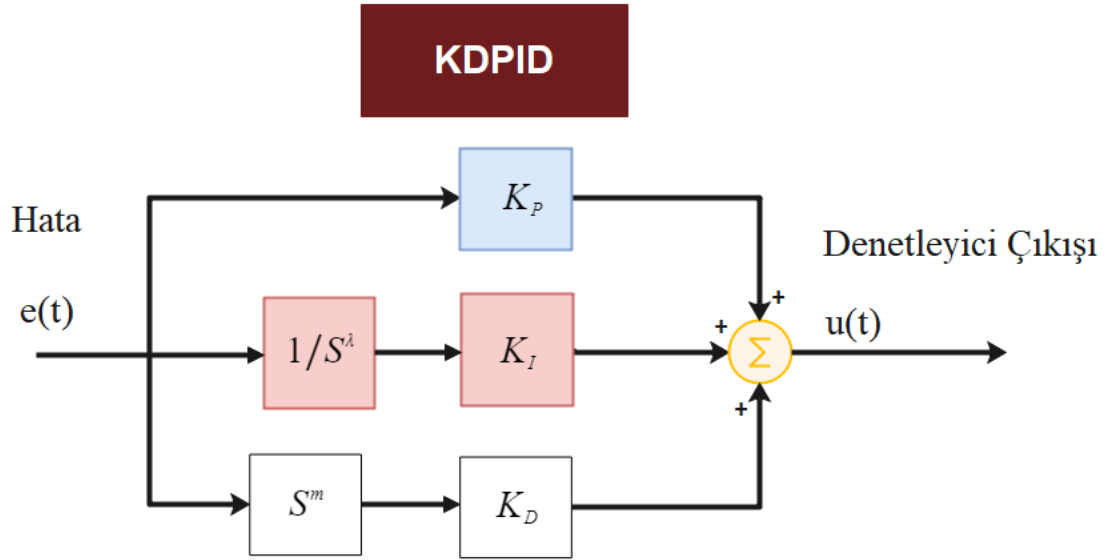
**Çizelge 2. SMDAM Denklemlerinin Açıklaması**

<b><u>Değişken</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>	<b><u>Birimi</u></b>
$R_a$	Armatür sargı direnci	Ohm
$I_a$	Armatür akımı	A
$L_a$	Armatür sargı endüktansı	H
$E_a$	Besleme gerilimi	V
$E_b$	Zıt emk	V
$T_m$	Yük momenti	Nm
$w_m$	Açısal hız	Rad/s
$\theta$	Dönüş açısı	Derece
$K_i$	Moment sabiti	Nm/A
$B_m$	Sürtünme katsayısı	Vs/rad
$J_m$	Eylemsizlik momenti	kg
$K_b$	Motor sabiti	---

### 2.3. Kesir Dereceli PID Kontrolör (KDPID)

KDPID kontrolörler klasik PID kontrolörlerin daha gelişmiş yapıda ve daha hassas ayarlanabilir olan türüdür. Görsel 2'de temel yapısı görülmektedir. Burada  $e(t)$  hata işareti,  $u(t)$  kontrolör çıkış işareti,  $K_P$  oran sabiti,  $K_I$  integral sabiti,  $K_D$  türev sabiti,  $\lambda$  ve  $m$  ise derece/kesir

sabitlerini göstermektedir.  $\lambda$  integral denetleyici için m ise türev türü denetleyici için kullanılır ve onları kesir dereceli hale getirir.



**Görsel 2. KDPID Kontrolörün Yapısı**

Denklem 7’de KDPID kontrolörün ifadesi görülmektedir [11].

$$u(t) = K_p e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt} + K_i \int_0^t e(t) dt \quad (7)$$

Kontrolörlerin performansını ölçmek için Integral of Time-Absolute Error (ITAE) kullanılmıştır. Hatanın mutlak değerinin zaman ile çarpılıp integralinin alınması ile hesaplanır [16].

$$ITAE = \int_0^{\infty} t |e(t)| dt \quad (8)$$

#### 2.4. Jaya Optimizasyon Algoritması

Jaya algoritması, kısıtlı ve kısıtsız sürekli optimizasyon problemlerinin çözümü için Rao tarafından literatüre kazandırılan popülasyon tabanlı, stokastik bir metasezgisel algoritmadır [17]. Jaya algoritmasının en önemli özelliklerinden biri parametre bağımsız olmasıdır. Algoritmanın parametre bağımsız olma özelliği sayesinde optimizasyon problemlerine kolay bir şekilde uyarlanabilmektedir. Jaya algoritmasının bir diğer önemli özelliği ise çalışma yapısıdır; konum güncelleme işlemi sırasında belirli bir problemin en iyi çözüme doğru hareket



etme eğilimini arttırırken, aynı zamanda en kötü çözümden kaçarak yerel minimum ya da yerel maksimum çözüme takılmayı önlemek üzerinedir. Bu nedenle hem popülasyondaki en iyi uygunluk değerine sahip çözümü hem de en kötü uygunluk değerine sahip çözümü konum güncelleme aşmasında kullanmaktadır. Aday çözümlerin oluşturulması aşamasında hem en iyi uygunluk değerine sahip konumun hem de en kötü uygunluk değerine sahip konumun kullanılması, arama uzayında keşif ve sömürü mekanizmaları arasında bir denge sağlamaktadır. Bu da çözüm uzayında daha geniş bir arama yapma olanağı sunmaktadır [18]. JAYA'nın sözde kodu Görsel 3'te gösterilmektedir.

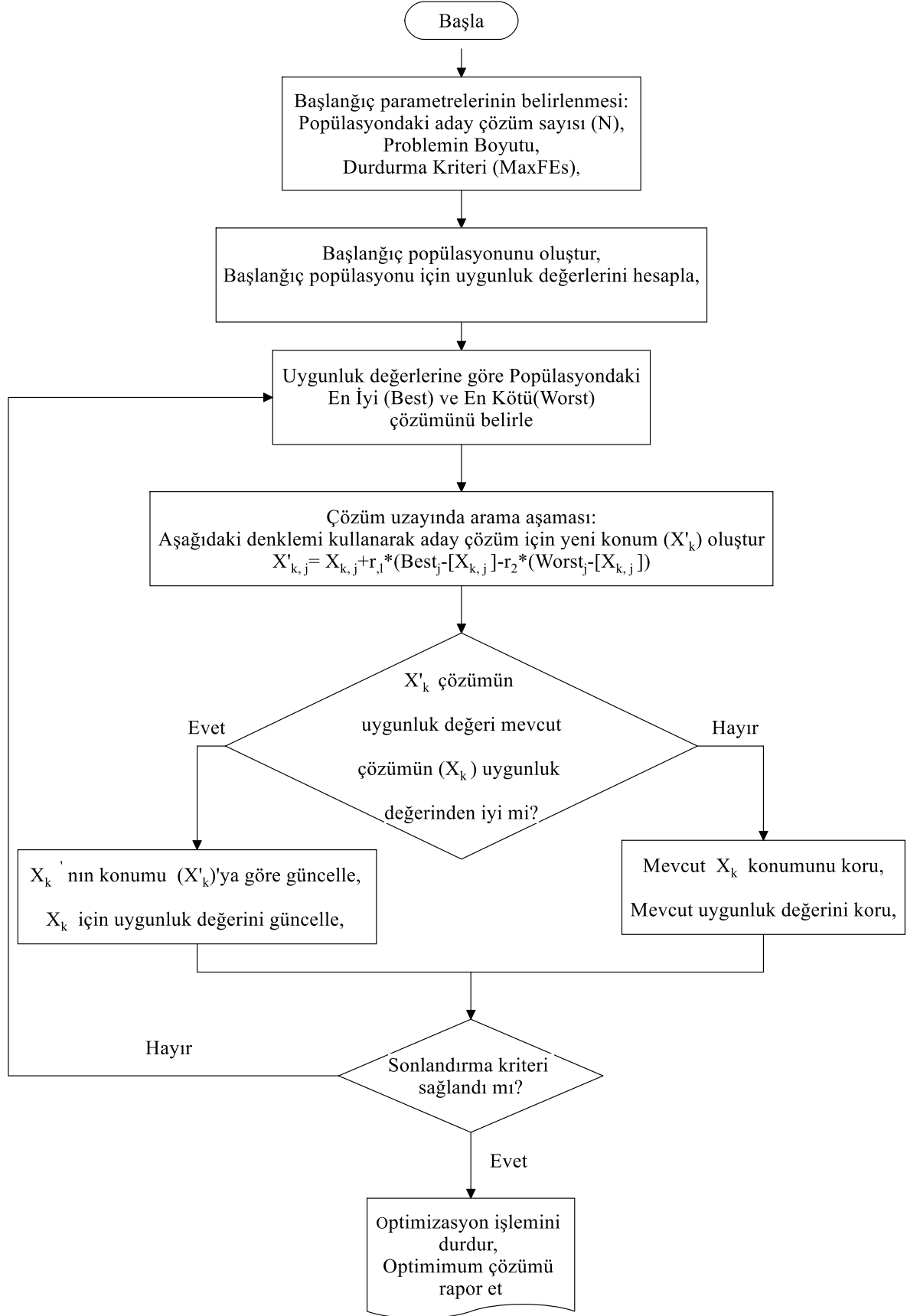
```
Rastgele bir başlangıç popülasyonu oluşturun
Her birey için uygunluğu değerlendirin
Yineleme sayacını başlatma t=1
While durdurma koşulu yerine getirilmiyor do
En iyi bireyi belirleyin  $x_i^{best}$  ve en kötü birey  $x_i^{worst}$ 
for i=1 to ps do
 $e_i$  Denklem (9)'i kullanarak aday vektör oluşturma
Aday vektöre uygunluğu değerlendirme  $e_i'$ 
if  $f(e_i) \leq f(x_i)$  then
Değiştir  $x_i$  ile  $e_i'$ 
end if
end for
t=t+1
end while
```

Görsel 3. JAYA Algoritmasının Sözde Kodu [19]

Jaya algoritmasının konum güncelleme denklemi Denklem 9'da verilmiştir [20].

$$X_{k,j}' = X_{k,j} + r_1 * (Best_j - [X_{k,j}]) - r_2 * (Worst_j - [X_{k,j}]) \quad (9)$$

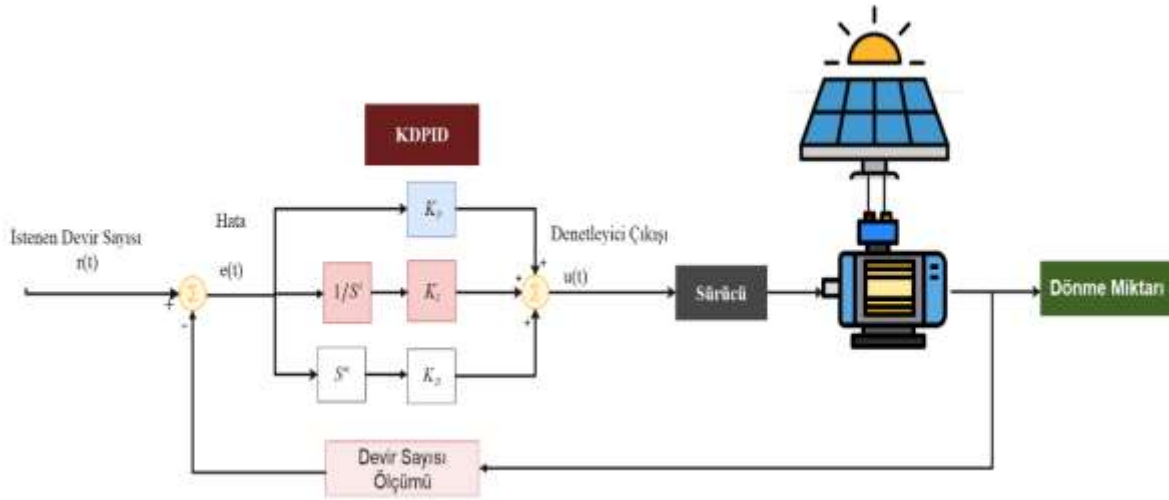
Denklem 8'de verilmiş olan:  $k = (1, 2, \dots, N)$  üzerinde işlem yapılan aday çözümün indisini gösterirken,  $j = (1, 2, \dots, D)$  üzerinde işlem yapılan problemin ilgili boyutunu,  $Best$  popülasyondaki en iyi uygunluk değerine sahip çözümü,  $Worst$  ise popülasyondaki en kötü uygunluk değerine sahip çözümü temsil etmektedir. Son olarak  $r_1$  ve  $r_2$  değerleri ise [0,1] arasında oluşturulan rastgele ondalıklı bir değeri göstermektedir. Durdurma kriteri ise maksimum fonksiyon değerlendirme sayısı ( $MaxFEs$ ) olarak belirlenmiştir. Temel Jaya algoritmasının akış diyagramı Görsel 4'te verilmiştir.



**Görsel 4. JAYA Algoritmasına Ait Akış Diyagramı**

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Görsel 5’te benzetimi yapılan sistem görülmektedir. Sistem kuyudan çekilen suyun miktarına göre motorun devir sayısını ayarlayarak küçük bir tarlayı ya da hobi bahçesini sulamaktadır. SMDAM tamamen FVGP’den beslenmektedir. Motorun devir sayısı JOA ile parametreleri belirlenen KDPID kontrolörü ile ayarlanmaktadır.



Görsel 5. Sistemin Yapısı

SMDAM’a ait değerler Çizelge 1’de görülmektedir.

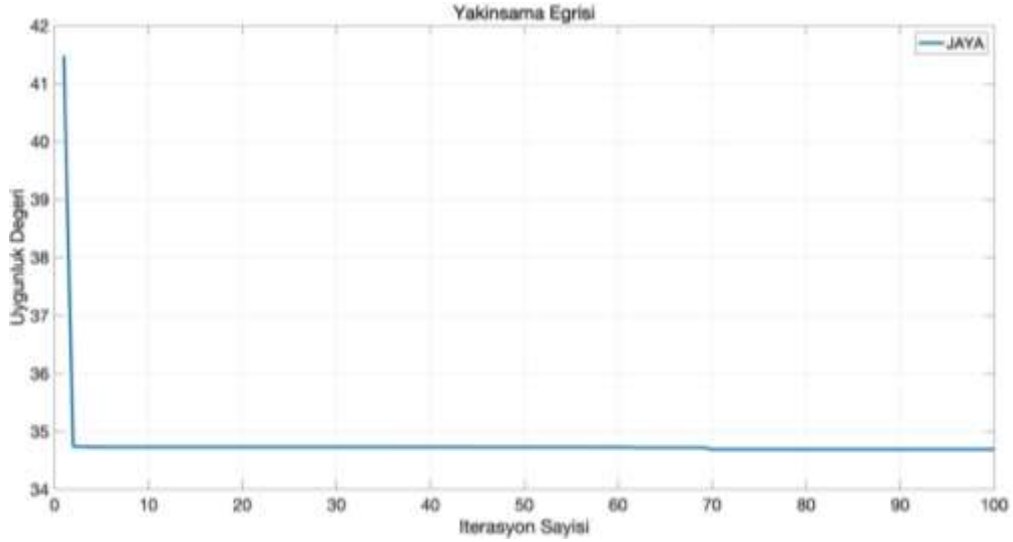
Çizelge 1. Sürekli Miknatıslı Doğru Akım Motoru Değerleri [21]

<u>Değişken</u>	<u>Açıklama</u>	<u>Değeri</u>	<u>Birimi</u>
$R_a$	Armatür sargı direnci	1,4	Ohm
$L_a$	Armatür sargı endüktansı	0,0805	H
$V_a$	Besleme gerilimi	36	V
$B_m$	Sürtünme katsayısı	0,000431	Vs/rad
$J_m$	Eylemsizlik momenti	0,0007432	kg
$K_m$	Gerilim sabiti	0,095	V/Rad
$K_t$	Tork sabiti	0,095	Nm/A

Burada 2 adet seri bağlı güneş paneli kullanılmaktadır. Kurulu gücü yaklaşık 300W’dır. FVGP’leri 1000W/m2 güneş ışığı seviyesinde ve 25 °C ortam sıcaklığında çalışmaktadır.

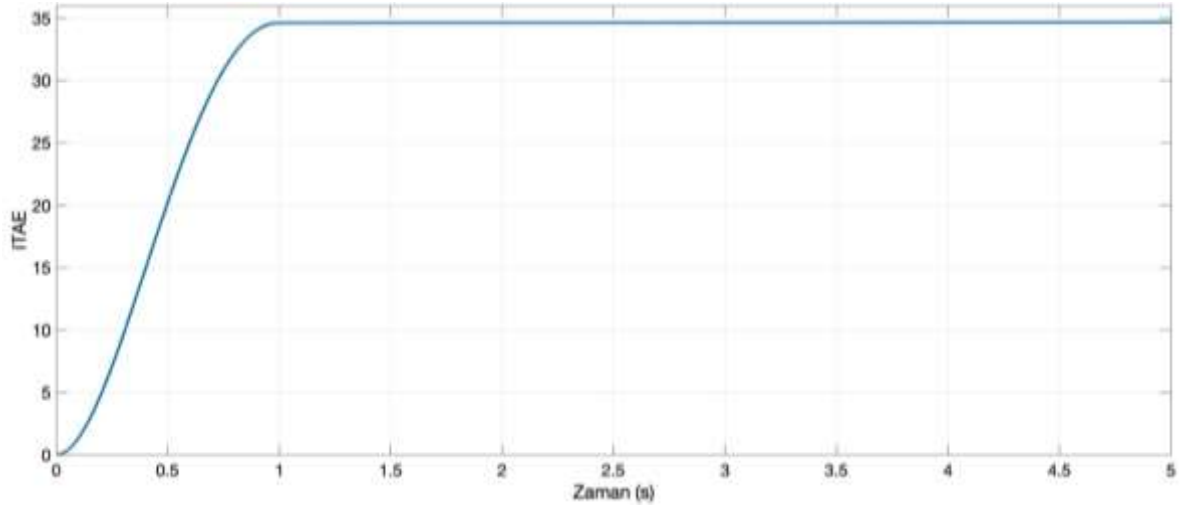
JOA ile yapılan optimizasyonda KDPID kontrolör parametreleri (KP, KI, KD, l, m) 5 değişken, 100 iterasyonda, popülasyon sayısı 20 olacak şekilde çalışmış ve en iyi değerler: KP=30,6684, KI=0,01, KD=0,01, l=0,7401, m=1,1928 olarak bulunmuştur.

Görsel 6'da 100 iterasyonluk JOA'nın arama esnasında elde edilen yakınsama eğrisi görülmektedir. En düşük ITAE değerine 70. iterasyondan sonra ulaşılmaktadır.



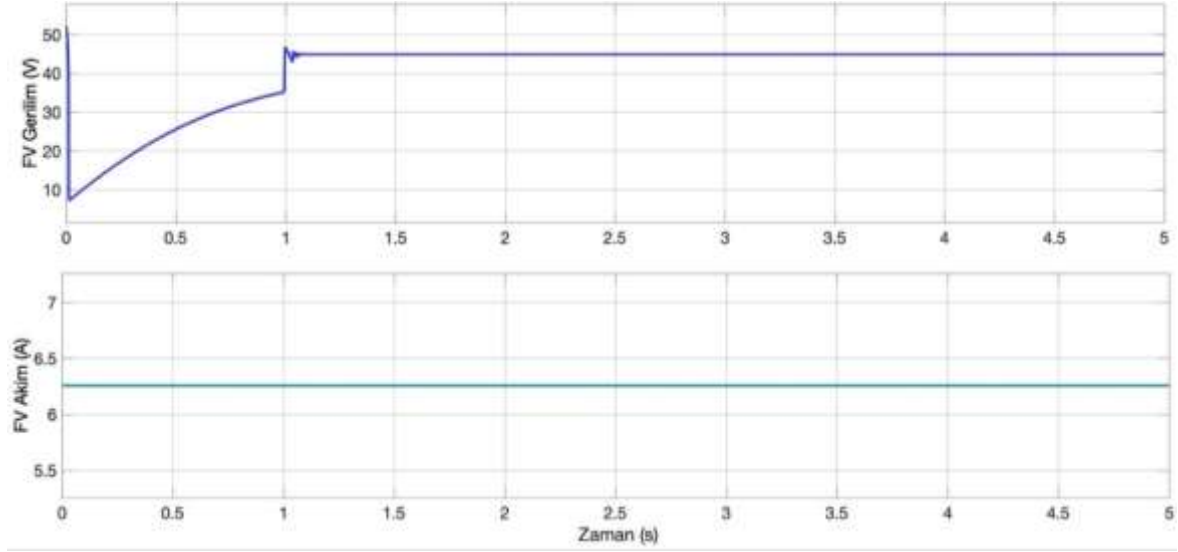
**Görsel 6. Yakınsama Eğrisinin Değişimi**

Görsel 7'de ITAE'nin değişimi görülmektedir. Sürekli durumda 35 değerinde sabit kalmıştır.



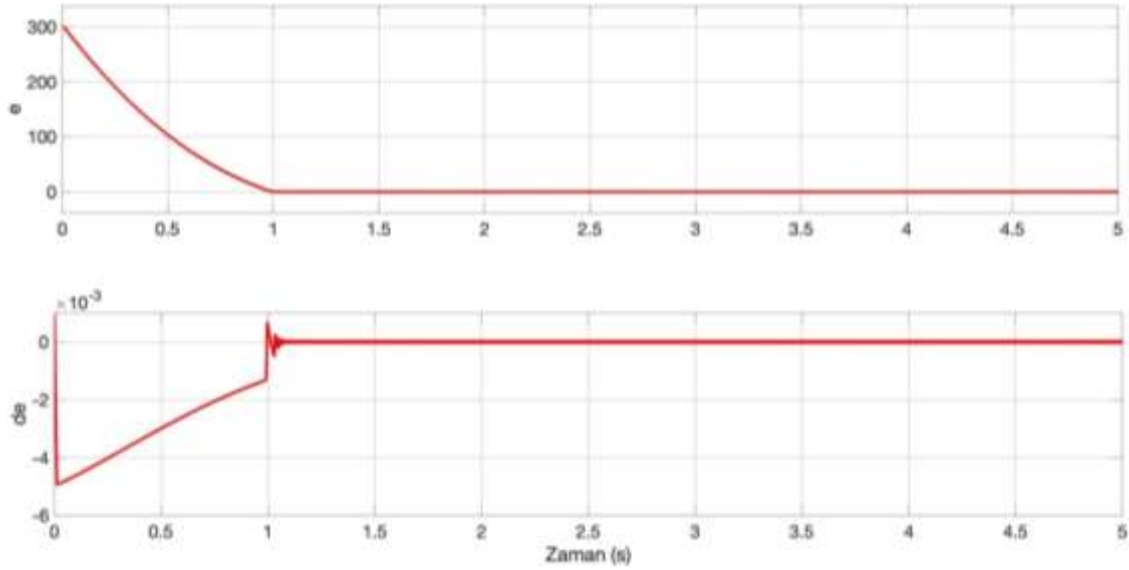
**Görsel 7. ITAE'nin Değişimi**

Görsel 8'de FVGP'nin sisteme verdiği akım ve gerilim değerleri görülmektedir.



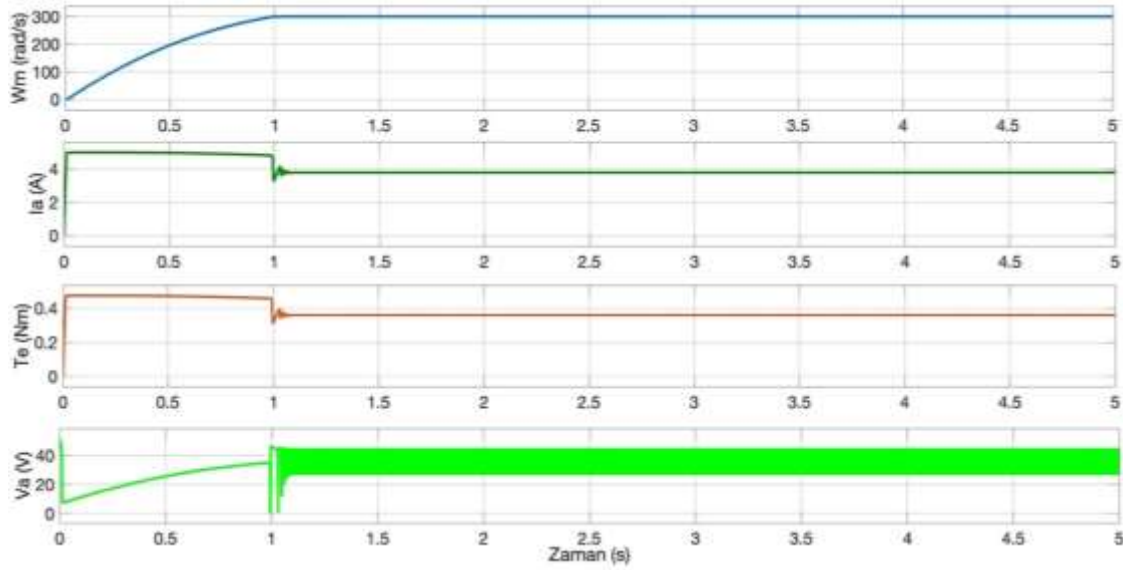
**Görsel 8. FVGP Akım ve Gerilimin Değişimi**

Görsel 9'da KDPID kontrolörde oluşan hatanın ve hata değişiminin miktarını gösteren grafikler görülmektedir. Her iki değer de kontrol amaçlıdır ve sıfıra gitmiştir.



**Görsel 9. KDPID Kontrolör Hata ve Hata Değişiminin Zaman Göre Değişimi**

Görsel 10'da SMDAM'a ait önemli grafikler bir arada görülmektedir. Motorun güneş panellerinden rahatça beslendiği görülmektedir. Motorun hızı 300d/dak'da sabit kalmaktadır.



Görsel 10. SMDAM'a Ait Açısal Hız, Akım, Moment ve Gerilimin Değişimi

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu eserde FVGP'den beslenen bir SMDAM'ın istenen referans hızda dönmesini sağlayan KDPID kontrolörün JOA ile parametrelerinin ayarlanması incelenmektedir.

Elde edilen grafiklerin neticesinde SMDAM'un hız değerinin tam 300d/dak değerinde referans hızda döndüğü görülmüştür. Kontrolör hatası sıfırdır. JOA'nın bulduğu KDPID kontrolör parametreleri oldukça iyi bir şekilde çalışmaktadır. Yakınsama eğrisi incelendiğinde doğru KDPID kontrolör parametrelerine 70. iterasyonda ulaşabildiği görülmüştür. Hatanın  $t=1s$  anından sonra sıfırlanması nedeniyle ITAE 35 değerinde sabit kalmıştır. Kontrolörde oransal denetleyicinin sistemde hakim olduğu gözlenmiştir. Kesir dereceli kısım ise hassas ayarlamaya yardımcı olmuştur.

Kullanılan optimizasyon algoritmasının sonuçları oldukça iyi olmasına rağmen başka optimizasyon algoritmaları da kullanılarak daha iyi sonuçlar bulunabilir. Başka tür PID kontrolörler denenebilir ve içlerinden en ekonomik çözüm tercih edilebilir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Güven, A.F., Samy M.M. Performance analysis of autonomous green energy system based on multi and hybrid metaheuristic optimization approaches, Energy Conversion and Management 269, 116058, 2022.

- [2] Bastin, J., Haribhaskaran, A., Boopathi, K., Krishnan, B., Kumar, R.V., Reddy D.M. Wind characteristics of Tamil Nadu coast towards development of microgrid - A case study for simulation of small scale hybrid wind and solar energy system, *Ocean Engineering*, 277, 114282, 2023.
- [3] Bi, C., Law A.W. Co-locating offshore wind and floating solar farms – Effect of high wind and wave conditions on solar power performance, *Journal of Energy*, 266, 2023.
- [4] Mahitha, U., Devi, G.D., Arputham, S.D., Charanya, M., Kirubakaran V. Field testing of solar PV pumping system implemented for irrigation system, *2015 International Conference on Circuits, Power and Computing Technologies [ICCPCT-2015]*, Nagercoil, India, 1-3, 2015.
- [5] Rai, R., Singh, B., Dudharejiya, D., Jain, C., Modi M. Design and Development of Energy Efficient Induction Motor for Solar PV fed Submersible Water Pump, *3rd International Conference on Energy, Power and Environment: Towards Clean Energy Technologies*, Shillong, Meghalaya, India, 1-6, 2021.
- [6] Kumar, S., Pandey A.K. Grid Interfaced Solar Water Pumping System Using Induction Motor Drive, *IEEE 2nd International Symposium on Sustainable Energy, Signal Processing and Cyber Security (iSSSC)*, Gunupur, Odisha, India, 1-6, 2022.
- [7] Akbaba, M. Optimization of the Performance of Solar Powered Permanent Magnet dc Motor Drives, *International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics*, Bodrum, Turkey, 725-729, 2007.
- [8] Malarvili, S., Mageshwari, S. Nonlinear PID ( N-PID ) Controller for SSSP Grid Connected Inverter Control of Photovoltaic Systems, *Electr. Power Syst. Res.*, 211, 108175, 2022.
- [9] Yi, Y.S., Chung J.M. Stability Analysis of a Fuzzy Logic Controller for an Uncertain Dynamic System, *Proceedings of IEEE 3rd International Fuzzy Systems Conference*, Orlando, FL, USA, 1028-1034 vol.2, 1994.
- [10] Saloux, E., Candanedo A. Model-based predictive control to minimize primary energy use in a solar district heating system with seasonal thermal energy storage, *Applied Energy*, 291, 2021.
- [11] Xia, T., Zhang, Z., Hong, Z., Huang S. Design of fractional order PID controller based on minimum variance control and application of dynamic data reconciliation for improving control performance, *ISA Transactions* 133, 91–101, 2023.

- [12] Divya, N., Manoharan, S., Arulvadivu, J., Palpandian P. Materials Today : Proceedings An efficient tuning of fractional order PID controller for an industrial control process, Materials Today: Proceedings, 57, 1654–1659, 2021.
- [13] Pahadasingh, S. TLBO Based CC-PID-TID Controller for Load Frequency Control of Multi Area Power System, Odisha International Conference on Electrical Power Engineering, Communication and Computing Technology 1–7, 2021.
- [14] Mengi, O.Ö. A five-level H-Bridge STATCOM for an off-grid PV solar farm under two controllers PI and PI $\lambda$ -MPC hybrid, Int J Photoenergy, 2018.
- [15] Bal, G., *Doğru Akım Makineleri ve Sürücüler*, Seçkin Yayıncılık, 111-212, 2001.
- [16] Mengi, O.Ö., *Otomatik Kontrol Sistemleri*, Nobel Akademik Yayıncılık, 2022.
- [17] Venkata Rao, R. Jaya: A Simple and New Optimization Algorithm for Solving Constrained and Unconstrained Optimization Problems, International Journal of Industrial Engineering Computations, 7(1), 19-34, 2016.
- [18] Gavrilovic, N., Sibalija, T., Domazet D. Design and Implementation of Discrete Jaya and Discrete PSO Algorithms for Automatic Collaborative Learning Group Composition in an E-Learning System, Applied Soft Computing, 129, 109611, 2022.
- [19] Güven, A.F., Yörükeren, N., Samy M.M. Design Optimization of a Stand-Alone Green Energy System of University Campus Based on Jaya-Harmony Search and Ant Colony Optimization Algorithms Approaches, Energy, 253, 2022.
- [20] Zhang, Y., Chi, A., Mirjalili S. Enhanced Jaya Algorithm: A Simple but Efficient Optimization Method for Constrained Engineering Design Problems, Knowledge-Based Systems, 233, 10755, 2021.
- [21] Sharaf, A.M., Elbakush, E., Altas I.H. An error driven PID controller for maximum utilization of photovoltaic powered PMDC motor drives, Can Conf Electr Comput Eng, 129–32, 2007.



## **GEMİ ATIK YAĞI SUSUZLAŞTIRMA ÜRÜNLERİNİN KALORİFİK DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ VE ENERJİ GERİ KAZANIMINDA KULLANIMI**

**Yük. Kim. NURULLAH ÖZDOĞAN<sup>1</sup>, Çev. Yük. Müh. HAVVA AĞIR<sup>2</sup>, Dr. AHMED ALBAHNASAWI<sup>2</sup>, Dr. ERCAN GÜRBULAK<sup>2</sup>, Doç. Dr. MURAT EYVAZ<sup>2</sup>, Prof. Dr. EBUBEKİR YÜKSEL<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, 0000-0002-3357-0240

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0002-8879-4540

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0002-4343-4760

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0002-8731-0890

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0003-2964-9586

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0001-6171-5411

### **ÖZET**

Denizyolu taşımacılığı günümüzde dünya ticaretinin yaklaşık %90'ını oluşturmaktadır. Bu durum, özellikle petrol ve doğalgaz gibi kaynakların denizler altında olmasından, dünyamızın üçte ikisinin sularla çevrili olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak, deniz taşımacılığı sadece ticari bir öneme sahip değildir. Gemi kaynaklı petrol ve petrol türevli atıklar, denizlerimizde ciddi bir kirlilik sorunu meydana getirmektedir. Bu atıklar, sintine, slop, slaç ve kirli balast suları gibi yüksek oranda petrol ve hidrokarbon içeren maddelerden oluşmaktadır. Ülkemiz gibi üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkelerde, deniz kirliliği ve kıyılarla ilgili sorunlar özellikle önemlidir. Sanayi, deniz taşımacılığı, şehirleşme, turizm ve atık boşaltımı gibi etkenlerle birlikte deniz kazaları da her geçen gün denizlerimizin daha hızlı kirlenmesine neden olmaktadır. Gemi atık kabul tesisleri, gemilerden kaynaklanan atıkları kontrol altına almakta ve yönetmektedir. Lisanslı atık alım gemileri vasıtasıyla toplanan atıklar özel hazırlanmış atık alım hatları aracılığıyla belirlenen depo tanklarına alınmaktadır. Su ve atık yağ farklı tanklara

alınarak bekletilmekte ve ardından susuzlaştırma ve atıksu arıtma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Su içeriği yüksek olan çamur önce toplanmakta daha sonra filtre pres ünitesine gönderilmektedir. Filtre preste susuzlaştırılarak elde edilen çamur keki big baglerde toplanarak endüstriyel atık tesisine iletilmektedir. Çamur analiz sonuçlarına göre endüstriyel atık tesisine gelen çamur burada işlenerek yakıt değeri yükseltilmekte ve atıktan tüketilen yakıt yönetmeliğine uygun kısımlar (çamurun ısı değeri, klor içeriği vb.) enerji geri kazanımı için yakma tesisine gönderilerek bertarafı sağlanmaktadır. Uygun ısı değeri olmayan ancak depolamaya uygun tehlikeli ve tehlikesiz endüstriyel atıklar ise 1. sınıf düzenli depolama alanlarında bertaraf edilmektedir. Bu çalışmada, bir liman atık kabul tesisinin susuzlaştırma adımında atık yağdan elde edilen iki fazdan biri olan slaç yağlarının kalorifik değerleri incelenmiştir. Su içeriği %50-80 arasında değişen slaçların yaklaşık 1600-8000 Kcal/kg kalorifik değere sahip olduğu görülmüş, bu slaçların enerji geri kazanımı amacıyla ek yakıt olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Liman atık kabul tesisi, gemi atıkları, slaç, kalorifik değer, enerji geri kazanımı

## **EXAMINATION OF THE CALORIFIC VALUES OF SHIP WASTE OIL DEWATERING PRODUCTS AND THEIR USE IN ENERGY RECOVERY**

### **ABSTRACT**

Sea transportation currently accounts for approximately 90% of global trade. This is because resources such as oil and natural gas are located beneath the sea and two-thirds of the world is surrounded by water. However, maritime transport is not only of commercial importance. Oil and petroleum-based waste from ships causes a serious pollution problem in our oceans. These wastes are composed of high levels of petroleum and hydrocarbons, such as bilge, slop, sludge, and dirty ballast water. In countries like ours that are surrounded by the sea on three sides, problems related to sea pollution and coastal areas are particularly important. Along with factors such as industry, sea transportation, urbanization, tourism, and waste disposal, maritime accidents are also causing our oceans to become more polluted every day. Ship waste reception facilities control and manage the waste generated by ships. The wastes collected through licensed waste reception ships are placed into designated storage tanks through specially

prepared waste reception lines. Water and waste oil are stored in separate tanks and then subjected to dewatering and wastewater treatment processes. High-water content sludge is first collected and then sent to the filter press unit. The sludge cake obtained by dewatering in the filter press is collected in big bags and sent to the industrial waste facility for disposal, depending on the analysis results of the sludge. Sludge that is suitable for storage but does not have a suitable calorific value is disposed of in class 1 controlled landfill sites for hazardous and non-hazardous industrial waste. In this study, the calorific values of sludge oils, which are one of the two phases obtained from waste oil in the dewatering step of a port waste reception facility, were examined. It was found that the sludges, which have a water content of 50-80%, have calorific values ranging from approximately 1600-8000 Kcal/kg, and it was concluded that these sludges could be evaluated as additional fuel for energy recovery purposes.

**Keywords:** Port reception facility, ship waste, sludge, calorific value, energy recovery

## SİNTİNE SUYUNUN FARKLI YUMAKLAŞTIRICILAR İLE ÖN ARITIMI

**Yük. Kim. NURULLAH ÖZDOĞAN<sup>1</sup>, Çev. Yük. Müh. HAVVA AĞIR<sup>2</sup>, Dr. AHMED ALBAHNASAWI<sup>2</sup>, Dr. ERCAN GÜRBULAK<sup>2</sup>, Doç. Dr. MURAT EYVAZ<sup>2</sup>, Prof. Dr. EBUBEKİR YÜKSEL<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, 0000-0002-3357-0240

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0002-8879-4540

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0002-4343-4760

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0002-8731-0890

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0003-2964-9586

<sup>2</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, 0000-0001-6171-5411

### ÖZET

Deniz kirliliği genellikle petrol ve petrol ürünlerinin taşınması sırasında meydana gelir. Devletler, deniz güvenliğini artırmak ve deniz kirliliğini önlemek için uluslararası sözleşmeler imzalayarak ve örgütler kurarak çaba gösterirler. Türkiye, Uluslararası Deniz Örgütü'nün üyesidir ve Petrol Kirliliğini Önleme Sözleşmesi'ni takip eden anlaşmalar çerçevesinde ulusal kanunlar ve yönetmeliklerini belirlemiştir. Gemi atıkları, ulusal liman atık kabul tesislerinde toplanarak kontrol altında tutulur ve atık su arıtma işleminden geçirilir. Ancak, atıksu arıtma girişindeki salınımlar nedeniyle, bazen deşarj kriterleri aşılabilmektedir. Tesis içinde bulunan fizikokimyasal arıtma ünitesi, ayrılan kirli suyun (sintine) deşarj kriterlerine uygun şekilde arıtılmasını sağlayarak alıcı atık su ortamına göndermektedir. Atıksu arıtımında kullanılan ana parametre olan kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), tesis içindeki fiziko-kimyasal ve çözünmüş hava flotasyonu (DAF) arıtma üniteleri ile kontrol edilmekte, ancak atıksu içeriğindeki dalgalanmalar nedeniyle bazen çıkış deşarj kriterini aşabilmektedir. Bu durumda, arıtma tesisi

girişine geri dönüş yaparak, arıtma işlemi yeniden uygulanmakta ve deşarj kriteri sağlanıncaya kadar bu işlem tekrarlanmakta ya da tesiste geçici depolanarak kirlilik yükü düşük bir sintine suyuyla karıştırılarak seyreltilmektedir. Bu kapsamda, bir gemi atık kabul tesisinde yürütülen bu çalışmada, arıtma çıkışı sonrasında farklı yumaklaştırıcıların uygulamasının KOİ parametresinin iyileştirilmesine etkisi araştırılmış ve KOİ değerinin deşarj limiti altına indirilmesi hedeflenmiştir. Laboratuvar ölçekli jar-test denemelerinde sintine sularının bir kısmına alüminyum sülfat (alum), bir kısmına da poli alüminyum klorür (PAC) dozlanmıştır. Yumaklaşmanın geliştirilmesi için polielektrolit ve pH dengelemesi için de kireç kullanılmıştır. Yumaklaşmanın, KOİ giderimine yardımcı olduğu, ancak, yüksek KOİ konsantrasyonları içeren giriş atıksularında, yumaklaştırılan ve filtre edilerek giderilen KOİ'nin, deşarj limitini sağlamada yetersiz kaldığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Liman atık kabul tesisi, sintine suyu, yumaklaştırma, kimyasal oksijen ihtiyacı, alum, PAC

## PRETREATMENT OF BILGE WATER BY DIFFERENT FLOCCULANTS

### ABSTRACT

Marine pollution usually occurs during the transportation of oil and petroleum products. Governments make efforts to increase maritime safety and prevent marine pollution by signing international agreements and establishing organizations. Turkey is a member of the International Maritime Organization and has established national laws and regulations under the Oil Pollution Prevention Convention. Ship waste is collected in national port waste reception facilities and controlled and treated through a wastewater treatment process. However, due to fluctuations in the discharge criteria at the wastewater treatment plant entrance, sometimes the discharge criteria can be exceeded. The physicochemical treatment unit located within the facility ensures that the separated dirty water (bilge) is treated by discharge criteria and sent to the receiving wastewater environment. The main parameter used in wastewater treatment, chemical oxygen demand (COD), is controlled by physico-chemical and dissolved air flotation (DAF) treatment units within the plant, but sometimes the output discharge criteria can be exceeded due to fluctuations in wastewater content. In this case, by returning to the inlet of the treatment plant, the treatment process is reapplied and this process is repeated until the discharge criterion is met, or it is diluted by mixing it with bilge water with

a low pollution load by storing it temporarily in the facility. In this context, the effect of the application of different coagulants after the treatment output on the improvement of the COD parameter was investigated in a ship waste reception facility, and the aim was to reduce the COD value below the discharge limit. In laboratory-scale jar test experiments, aluminum sulfate (alum) was added to some of the bilge waters, while poly aluminum chloride (PAC) was added to others. Lime was also used with polyelectrolytes to improve coagulation and pH balancing. It was found that coagulation assisted in COD removal, but in input wastewater with high COD concentrations, the coagulated and filtered COD was insufficient to meet the discharge limit.

**Keywords:** Port reception facility, bilge water, flocculation, chemical oxygen demand, alum, PAC

## TİCARİ AKTİF KARBONUN YÜZEY MODİFİKASYONUNA YENİ BİR YAKLAŞIM: YÜKSEK SICAKLIKTA TERMAL STRES

Zeynep KANAT<sup>1</sup>, Doç. Dr. Filiz BORAN<sup>1</sup> ve Doç. Dr. Nihan KAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hitit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü,  
0000-0003-3422-1437

<sup>1</sup> Hitit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü,  
0000-0002-4315-9949

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü,  
0000-0001-8676-6768

### ÖZET

Ticari aktif karbon (TAC), farklı yüzey özelliklerine sahip malzemeler elde etmek için yüksek sıcaklıkta termal stres ile modifiye edildi. Modifikasyon sonrası % 45,9±12,2 oranında yüksek üretim verimi elde edildi. Ayrıca, bu malzemeleri karakterize etmek için Brunauer–Emmett–Teller (BET), X-ışını kırınımı (XRD) ve Fourier transform kızılötesi spektrofotometre (FTIR) dahil olmak üzere çeşitli teknikler kullanıldı. Sonuçlar, yüksek sıcaklıkta termal stres işleminin TAC'ların BET yüzey alanını arttırmasının yanısıra gözenekliliğini etkileyerek gözenek genişliğinde ve toplam gözenek hacminde bir artmaya neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca, deneysel sonuçlar bu işlemin, FTIR analizi ile tespit edilen piron gruplarının üretimi ile TAC'ların yüzey kimyasını değiştirmek için çok etkili bir yöntem olduğunu da göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif karbon, Termal stres, Yüzey modifikasyonu

### 1. GİRİŞ

Aktif karbon (AC) gibi karbon esaslı malzemeler, düşük maliyetleri, yüksek kimyasal ve termal kararlılıkları, geniş yüzey alanları, yüksek potansiyel reaktiviteleri ve operasyonel esneklikleri nedeniyle pratik uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır [1]. AC'ler, tıbbi kullanımdan su arıtma ve katalitik işlemlere kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahip çok yönlü malzemelerdir. AC'lerin birçok ilginç özelliği arasında, yüksek yüzey alanı ve geniş gözeneklilik, bu alanlardaki başarılarının merkez üssüdür [2]. Bu uygulamalar içerisinde adsorpsiyon alanında AC'nin kullanımı çok yaygındır. Bu alanda kullanım amacıyla AC'nin adsorpsiyon kapasitesini arttırmak için çeşitli fiziksel ve kimyasal iyileştirme teknikleri uygulanmaktadır. Bu işlemlerle sağlanan yüzey fonksiyonel grupların oluşumunun her zaman adsorpsiyon sürecinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Örneğin, asit veya alkali işlemi de dahil olmak üzere AC'nin kimyasal modifikasyonunun, diğer işleme yöntemlerine kıyasla adsorpsiyon etkinliğini büyük ölçüde artırabildiği keşfedilmiştir. Bununla birlikte, yüksek

derecede aşındırıcı asit veya alkali hidroksitler kullanan kimyasal teknikler, işlemler sonrası süreçte büyük miktarda atık üretir. Dolayısıyla, AC'nin kirletici maddelerin uzaklaştırılmasına yönelik adsorpsiyon kapasitesini arttırmanın çevre dostu ve düşük maliyetli bir yolunun sağlanması son yıllarda dikkat çeken bir konu haline gelmiştir. Bu doğrultuda, AC'nin yüzeyinde adsorpsiyon performansı için faydalı olan oksijenli fonksiyonel grupların üretilebildiği basit bir termal hava oksidasyon yöntemi geliştirilmesi üzerine son zamanlarda yeni çalışmalara rastlanılmakta ve bu çalışmaların geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğu görülmektedir [3].

Isıl bir işlem olan termal oksidasyon işlemleri tipik olarak kullanılmış karbonun hafif oksitleyici atmosferik koşullar (genellikle karbondioksit ve buhar) altında yüksek sıcaklıklarda (tipik olarak 800-1000 °C arasında) ısıtılmasını içerir. Yüksek sıcaklıkların uygulanması, adsorbe edilen organik maddenin ayrışmasını ve kısmen buharlaşmasını desteklerken, kontrollü oksidasyonun amacı, orijinal karbon gözenekliliğini engelleyebilecek herhangi bir kalıntı kömürü yakmaktır [4]. Literatürde termal hava oksidasyon yönteminin geliştirilmesi üzerine yapılan az sayıda çalışma mevcuttur. Yu ve arkadaşları 2009 yılında AC'leri, farklı asidik oksijen içeren gruplar elde etmek için farklı sıcaklıklarda termal oksidasyon ile modifiye ettiklerini bildirmişlerdir. Yaptıkları çalışmalarında AC'lere kül fırını içinde, hava atmosferinde 12 saat boyunca 200, 300 ve 400 °C (473, 573 ve 673K) sıcaklıklarda termal oksidasyon işlemi uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre BET ve mikro gözenek alanının, termal oksidasyon sıcaklığı ile azaldığını rapor etmişlerdir [5]. Phyo ve arkadaşları ise 2023 yılında termal olarak kurutulmuş aktif karbon adsorbanlar hazırlayarak yüzeylerini 50, 100 ve 200 °C'de kontrollü termal oksidasyona tabi tutmuş ve AC'lerin modifikasyonu üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmada AC'nin modifikasyonu sonrası BET yüzey alanlarında düşüş olduğunu bildirmişlerdir [1]. Huang ve arkadaşları da termal oksidasyonla AC'nin modifikasyonu için yaptıkları çalışmayı benzer sonuçlarla 2023 yılında rapor etmişlerdir. Her ne kadar yaptıkları yüzey modifikasyonu ile yüksek yüzey alanı sağlayan modifikasyon işlemi geliştirdiklerini belirtse de yapılan modifikasyonla ticari AC'nin yüzey alanının düştüğü verdikleri sonuçlardan açıkça görülmektedir [6]. Bu çalışmaların aksine Kurnia ve arkadaşları, buharla aktifleştirilmiş hindistan cevizi kabuğu karbonundan üretilen ticari aktif karbonun farklı sıcaklıklarda (300-400°C) termal hava oksidasyon işlemi ile modifiye edilmesiyle elde edilen modifiye AC'lerin spesifik yüzey alanlarının ve gözenek hacimlerinin arttırıldığını bildirmişlerdir. Ancak bunun yanı sıra, yüksek sıcaklıklarda düşük üretim verimiyle karşılaştıkları da görülmektedir [3]. Enders ve arkadaşları ticari aktif karbonun hidroklorik asit (HCl) ile metal atıklarından uzaklaştırılması sonrası yaptıkları uzun süreli havada termal oksidasyon işlemi ile Kurnia ve arkadaşları gibi spesifik yüzey alanlarının ve gözenek hacimlerinin arttırıldığını ancak, nitrik asit ile yaptıkları modifikasyon sonrası bu özelliklerinin azaldığını bildirmişlerdir [2].

Literatürde yapılan çalışmaların incelenmesi sonucunda, bu çalışmada uzun sürelerde gerçekleştirilen termal oksidasyon yönteminin aktif karbonun spesifik yüzey alanı ve gözenekliliğini arttırırken üretim verimini de beraberinde arttırmasını ve yöntemin basitleştirilmesini sağlayacak kısa süreli yeni bir tekniğin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla literatürde genellikle tek duvarlı ve çok duvarlı karbon nanotüplere (SWCNT ve



MWCNT) uygulanan bir modifikasyon tekniği olan yüksek sıcaklıklarda termal stress yönteminin [7–9] aktif karbonun yapısal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1. Malzemeler

Ticari aktif karbon ve ticari MWCNT Sigma-Aldrich'ten satın alındı. Kimyasallar herhangi bir saflaştırma işlemi yapılmadan kullanıldı.

### 2.2. Deneysel Yöntem

Genellikle literatürde ticari MWCNT'lerin modifikasyonu için kullanılan bir prosedür olan “yüksek sıcaklıklarda termal stres ile işlevselleştirme” tekniği, ticari AC'ye uyarlandı [7]. Bu tekniğe göre, 2 g ticari aktif karbon (TAC) 620 °C'ye ayarlanmış kül fırınına oda sıcaklığında yerleştirildi. İlk turda 5 dak 620 °C'de tutulup, ardından hızla 12 dakika tutulacağı oda sıcaklığına soğutuldu. Bu bir döngü olarak belirlendi ve prosedür üç döngü tekrarlandı. 2. ve 3. döngülerde 620 °C'de 10 dakika tutularak hızla 12 dakika tutulacağı oda sıcaklığında termal şoklama yapıldı. Modifikasyon öncesi ve sonrası elde edilen örnekler sırasıyla TAC ve MODTAC olarak adlandırıldı.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

### 3.1. Üretim Verimi Hesaplaması

Üretim verimini (%) hesaplamak için, başlangıçta alınan ham maddenin ilk ağırlığı ve termal stres ile modifikasyondan sonra son ürünün ağırlığı temel alınarak aşağıdaki denklem yardımı ile hesaplama yapılmıştır.

$$\text{Üretim Verimi (\%)} = \frac{m_s}{m_b} \times 100 \quad (1)$$

Burada,  $m_s$  başlangıçta alınan ticari AC'nin miktarı ve  $m_b$  ise termal stress ile modifikasyon sonrası kalan ürün miktarıdır.

Yüksek sıcaklıkta termal stres ile yapılan işlem sonrası % 45,9±12,2'lik üretim verimi elde edilmiştir. Literatürde AC'nin termal stres ile modifikasyonu için yapılmış benzer çalışmalar bulunmadığından elde edilen sonuçlar bu teknik ile modifiye edilen MWCNT'nin sonuçlarıyla Çizelge 1'de karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, ticari MWCNT için de aynı yöntemle modifikasyon yapılarak, verim % 14,6±7,3 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, Çizelge 1'den görüldüğü gibi benzer ve diğer tekniklerle literatürde elde edilen üretim verimlerine yakın bulunmuştur. Boran, yaptığı benzer çalışmada ticari MWCNT'nin yüksek sıcaklıkta termal stres ile işlevselleştirilmesi tekniği dahilinde uygulanan 600°C civarlarında gerçekleştirilen kül fırınında yakma işleminden dolayı ürün kaybı sonucu elde edilen nihai ürün veriminin (%11,6 ±3,6) çok düşük olduğunu bildirmiştir [10]. Bu teknik ile bizim çalışmamızda ticari aktif karbon için elde edilen verim oranı MWCNT'ye göre çok yüksek olduğu ve bu tekniğin ticari aktif karbon için çok daha uygun olduğu açıkça görülmektedir. Bu tekniğin yanı sıra Kierkowicz ve arkadaşları, yüksek sıcaklıklarda buhar işlemi ile SWCNT'lerin modifikasyonunu gerçekleştirmişler ve %10 civarlarında verim elde ettiklerini rapor etmişlerdir [11].

Enders ve arkadaşları HCl ile işleme tabi tutulmuş 16 g ticari AC'nin modifikasyon sonrası 16 g ürün ( $AC_{dm}$ , %100 verim) olarak elde ettiklerini ve 4 g  $AC_{dm}$  örneğini derişik asit ile işleme tabi tuttuktan sonra 3,88 g  $OAC_{HNO_3}$  ürünü (% 97 verim) kaldığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, 4 g  $AC_{dm}$  örneğine sırasıyla yaptıkları 425°C, 16 saat ve 450°C, 24 saat süreli termal oksidasyon işleminden sonra nihai ürün eldesinin 3,05 g (% 76,25 verim) olduğunu bildirmişlerdir [2]. Kurnia ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada buharla aktifleştirilmiş hindistan cevizi kabuğu karbonundan üretilen ticari AC'nin farklı sıcaklıklarda (300-400°C) termal hava oksidasyon işlemi ile modifiye edilmesiyle elde edilen modifiye AC'lerin üretim verimlerinin modifikasyon sıcaklığının artmasıyla %88,3'den %10,4'e düştüğü görülmektedir [3]. San Miguel ve arkadaşları ise AC'ye 650 ve 1200°C arasında uyguladıkları termal oksidasyon sıcaklığının artışı ile kütle kaybında %17'den %27'ye kadar bir artış gözlemlediklerini bildirmişlerdir [4]. Dolayısıyla yapılan literatür taramasında, çok az sayıdaki çalışmada gerçekleştirilen termal oksidasyon modifikasyonu sonrası üretim verimi veya kütle kaybının belirlendiği görülmüştür.

**Çizelge 1.** Çeşitli tekniklerle işlevselleştirilmiş örneklerin % üretim verimleri

Örnekler	Üretim Verimi (%)	Yöntem	Kaynaklar
Ticari aktif karbon	45,9±12,2	Yüksek sıcaklıklarda termal stres	Bu çalışma
MWCNT	14,6±7,3	Yüksek sıcaklıklarda termal stres	Bu çalışma
MWCNT	11,6 ±3,6	Yüksek sıcaklıklarda termal stres	[10]
SWCNT	~10	Buhar işlemi	[11]
SACCS-300	88,3	Termal hava oksidasyonu	[3]
SACCS-325	82,5		
SACCS-350	72,3		
SACCS-375	45,1		
SACCS-400	10,4		
$AC_{dm}$	100	HCl ile işleme tabi tutulmuş ticari aktif karbon	[2]
$OAC_{HNO_3}$	97	Derişik asit ile işlem	
$OAC_{Air}$	76,25	Termal oksidasyon (425°C, 16 saat + 450°C, 24 saat)	

### 3.2. BET Analizi

Bu çalışmada kullandığımız modifikasyon tekniğine en yakın teknik olan termal oksidasyon tekniği ile AC'nin modifikasyonu üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Çizelge 2). Yu ve arkadaşlarının AC'nin farklı sıcaklıklarda termal oksidasyonla modifiye ettikleri örneklerin BET yüzey alanı ve toplam gözenek hacmi değerlerinin tümünde belirgin bir azalma olurken, gözenek genişliğinin değişmediği görülmektedir [5]. Yapılan modifikasyonlar sonrası ticari AC'nin BET yüzey alanı ve toplam gözenek hacmi değerlerinin diğer çalışmalarda da düştüğü görülmektedir [1, 2, 6]. Ancak, bu çalışmalarda bildirilenlerin aksine, Kurnia ve arkadaşları ile

Enders ve arkadaşlarının yaptığı iki ayrı çalışmada uzun süreli termal oksidasyon tekniği ile AC'nin modifikasyonu sonrasında BET yüzey alanlarının arttığı görülmektedir [2, 3]. Bizim çalışmamızda bu iki çalışmayı destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Ticari AC'nin termal stres ile modifikasyonu sonrası BET yüzey alanı ve toplam gözenek hacmi değerlerinin sırasıyla 867,11'den 1.142,53 m<sup>2</sup>/g değerine ve 0,479 değerinden 0,657 cm<sup>3</sup>/g değerine arttığı belirlenmiştir. Ticari MWCNT'nin termal stres ile modifikasyonu sonrası AC'nin modifikasyon sonuçlarına benzer yaklaşım elde edildiği ve sonuçların literatürü desteklediği görülmektedir [7, 9].

**Çizelge 2.** Çeşitli tekniklerle işlevselleştirilmiş örneklerin yapısal özellikleri

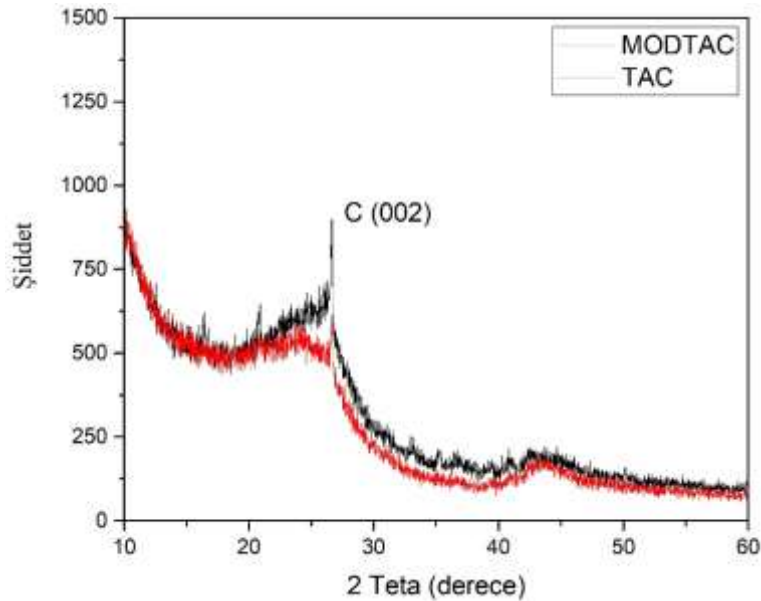
Örnekler	Modifikasyon Yöntemi	BET Yüzey Alanı (m <sup>2</sup> /g)	Toplam Gözenek Hacmi (cm <sup>3</sup> /g)	Gözenek Genişliği (nm)	Kaynaklar
Ticari MWCNT	İşlem görmemiş	284,772	*	*	[7]
Modifiye MWCNT	Yüksek sıcaklıklarda termal stres	463,890	*	*	
Ham CNT	İşlem görmemiş	78	*	*	[9]
O-CNT	Yüksek sıcaklıklarda termal stres	184	*	*	
CNT-A	Derişik asit ile işlem	188	*	*	
AC	İşlem görmemiş	1.187	0,594	1,99	[5]
AC473	Termal oksidasyon	1.171	0,587	2,01	
AC573		1.144	0,567	1,99	
AC673		1.077	0,538	1,99	
AC	İşlem görmemiş	841	0,41	*	[1]
TDAC50	Termal oksidasyon	524	0,30	*	
TDAC100		562	0,28	*	
TDAC200		135	0,19	*	
AC	İşlem görmemiş	3.642,4	*	*	[6]
TOAC	Termal oksidasyon (365°C, 3 saat)	3.260,4	*	*	
TAC	Termal oksidasyon (1000°C, 2 saat)	2.811,8	*	*	
SACCS	İşlem görmemiş ticari aktif karbon	467,91	*	*	[3]
SACCS-300	Termal oksidasyon (1 saat)	571,57	*	*	
SACCS-325		615,39	*	*	
SACCS-350		688,02	*	*	
SACCS-375		621,77	*	*	
AC <sub>dm</sub>	HCl ile işleme tabi tutulmuş ticari aktif karbon	822	0,761	*	[2]
OAC <sub>HNO3</sub>	Derişik asit ile işlem	738	0,675	*	

OAC <sub>Air</sub>	Termal oksidasyon (425°C, 16 saat + 450°C, 24 saat)	1.128	0,868	*	
TAC (Ticari aktif karbon)	İşlem görmemiş	867,11	0,479	2,21	Bu çalışma
MODTAC (Modifiye aktif karbon)	Yüksek sıcaklıklarda termal stres (600°C-10 dak/25°C-12 dak, 3 döngü)	1.142,53	0,657	2,30	
Ticari MWCNT	İşlem görmemiş	192,592	0,951	19,76	
Modifiye MWCNT	Yüksek sıcaklıklarda termal stres (600°C-10 dak/25°C-12 dak, 3 döngü)	393,575	1,004	10,20	

\*: belirlenmemiş.

### 3.3. XRD Analizi

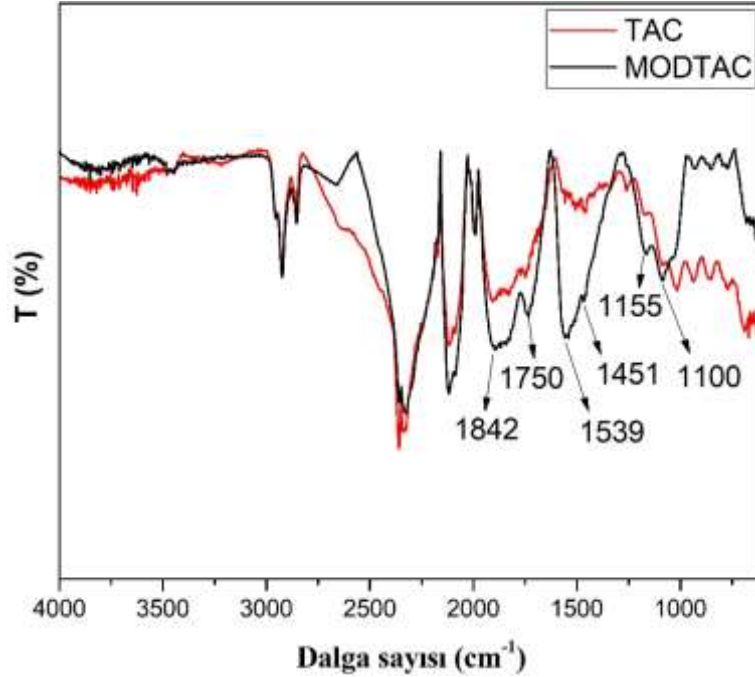
Görsel 1, TAC'ın ve termal olarak işlenmiş MODTAC'ın kırınım desenlerini göstermektedir. C(002) pikinin yapılan termal stres modifikasyon işlemi ile daha yoğun hale geldiğini görebiliriz. XRD sonuçları, aktif karbonun ani olarak yüksek bir sıcaklığa ısıtılıp sonrasında soğutulmasıyla yapısında kısmen grafitleşme oluştuğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, literatürde AC'nin termal oksidasyon işlemi ile modifikasyonu sonucu elde edilen XRD analiz sonuçlarını desteklemektedir [12].



**Görsel 1.** TAC ve MODTAC'ın XRD difraktogramları

### 3.4. FTIR Analizi

AC'lerin yapısındaki fonksiyonel gruplar, FTIR analizi kullanılarak araştırılmıştır. FTIR sonuçları, yüksek sıcaklıkta termal stres işlevselleştirmesinin yüzey oksijen gruplarının sayısını arttırdığını göstermektedir.



**Görsel 2.** TAC ve MODTAC'ın FTIR spektrumları

Görsel 2, TAC ve MODTAC'ın FTIR spektrumlarını göstermektedir. 1750  $\text{cm}^{-1}$ 'deki bant, laktonlarda ve karboksilik anhidritlerde C-O gerilmesi ile bağlantılıdır [13]. MODTAC spektrumunda amid grubuna atanan bantların ( $\nu\text{CN}$ 'ye atanan 1539  $\text{cm}^{-1}$ ) yoğunluklarında artma olduğu görülürken, piron gruplarının varlığı 1451  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( $\nu\text{C}=\text{O}+\nu\text{C}=\text{C}$ ), 1155  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( $\nu\text{C}-\text{O}$ ) ve 1842  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( $\nu\text{C}=\text{O}$ ) görülen bantların varlığıyla açıklanabilir [14]. 1100  $\text{cm}^{-1}$ 'deki bant ise karbonatlara (karboksil-karbonatlar) atfedilebilir [13].

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Deney sonuçları, yüksek sıcaklıkta termal stres işleminin, TAC'ın yüzey alanını, gözenekliliğini ve özellikle de yüzey kimyasını değiştirmek için çok etkili bir araç olduğunu göstermektedir. Modifikasyon sonrası % 45,9 oranında üretim verimi elde edilmiştir. TAC'ın modifikasyondan sonra BET yüzey alanı 867,11  $\text{m}^2/\text{g}$ 'dan 1.142,53  $\text{m}^2/\text{g}$ 'a, toplam gözenek hacmi 0,479  $\text{cm}^3/\text{g}$  değerinden 0,657  $\text{cm}^3/\text{g}$  değerine ve gözenek genişliği 2,21 nm'den 2,30 nm değerine artmıştır. Yüksek sıcaklıkta termal stres işlevselleştirmesinin yüzey oksijen gruplarının sayısını da arttırdığı belirlenmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Phyoo, S.; Kim, S.; Lee, H.; Han, S. S.; Oh, Y.; Lee, J.: Adsorption enhancement of hazardous odor gas using controlled thermal oxidation of activated carbon. *Journal of Cleaner Production*, **393**, 136261, 2023.
- [2] Enders, L.; Casadio, D. S.; Aikonen, S.; Lenarda, A.; Wirtanen, T.; Hu, T.; Hietala, S.; Ribeiro, L. S.; Pereira, M. F. R.; Helaja, J.: Air oxidized activated carbon catalyst for aerobic oxidative aromatizations of N-heterocycles. *Catalysis Science and Technology*, **11**, 5962–5972, 2021.
- [3] Kurnia, I.; Karnjanakom, S.; Irkham, I.; Haryono, H.; Situmorang, Y. A.; Indarto, A.; Noviyanti, A. R.; Hartati, Y. W.; Guan, G.: Enhanced adsorption capacity of activated carbon over thermal oxidation treatment for methylene blue removal: kinetics, equilibrium, thermodynamic, and reusability studies. *RSC Advances*, **13**, 220–227, 2022.
- [4] San Miguel, G.; Lambert, S. D.; Graham, N. J. D.: The effect of thermal treatment on the reactivity of field-spent activated carbons. *Applied Catalysis B: Environmental*, **40**, 185–194, 2003.
- [5] Yu, M.; Li, Z.; Ji, Q.; Wang, S.; Su, D.; Lin, Y. S.: Effect of thermal oxidation of activated carbon surface on its adsorption towards dibenzothiophene. *Chemical Engineering Journal*, **148**, 242–247, 2009.
- [6] Huang, J.; Meng, X.; Zhu, G.; Song, Y.; Zhu, S.; Chen, M.; Li, Q.; Zhou, Y.; Lin, M. C.: Thermally oxidized activated carbon with high specific surface area to boost electrochemical performance for supercapacitor. *Applied Surface Science*, **619**, 2023.
- [7] Boran, F.: Encapsulation of CuO nanoparticles inside the channels of the multi-walled carbon nanotubes functionalized with thermal stress. *Diamond and Related Materials*, **114**, 108306, 2021.
- [8] Tran, M. Q.; Tridech, C.; Alfrey, A.; Bismarck, A.; Shaffer, M. S. P.: Thermal oxidative cutting of multi-walled carbon nanotubes. *Carbon*, **45**, 2341–2350, 2007.
- [9] Großmann, D.; Dreier, A.; Lehmann, C. W.; Grünert, W.: Encapsulation of copper and zinc oxide nanoparticles inside small diameter carbon nanotubes. *Microporous and Mesoporous Materials*, **202**, 189–197, 2015.
- [10] Boran, F.: Çok Duvarlı Karbon Nanotüplerin Sıvı Azot Ortamında Hızlı Soğutma-Isıtma Temeline Dayanarak Termal Stres İle İşlevselleştirilmesi Yöntemi, Patent başvuru no: 2022/009951, 1–23, 2022.
- [11] Kierkowicz, M.; Pach, E.; Santidrián, A.; Sandoval, S.; Gonçalves, G.; Tobías-Rossell, E.; Kalbáč, M.; Ballesteros, B.; Tobias, G.: Comparative study of shortening and cutting strategies of single-walled and multi-walled carbon nanotubes assessed by scanning electron microscopy. *Carbon*, **139**, 922–932, 2018.



- [12] Zheng, X.; Zhang, S.; Xu, J.; Wei, K.: Effect of thermal and oxidative treatments of activated carbon on its surface structure and suitability as a support for barium-promoted ruthenium in ammonia synthesis catalysts. *Carbon*, **40**, 2597–2603, 2002.
- [13] Figueiredo, J. L.; Pereira, M. F. R.; Freitas, M. M. A.; Órfão, J. J. M.: Modification of the surface chemistry of activated carbons. *Carbon*, **37**, 1379–1389, 1999.
- [14] Nabais, J. M. V.; Carrott, P. J. M.; Carrott, M. M. L. R.; Menéndez, J. A.: Preparation and modification of activated carbon fibres by microwave heating. *Carbon*, **42**, 1315–1320, 2004.

## INTEGRATING WAVELET DECOMPOSITION AND STACKING ENSEMBLE LEARNING FOR ACCURATE DAILY RAINFALL FORECASTING

Ars. Gör. Kübra KÜLLAHCI<sup>1</sup>, Prof. Dr. Abdüsselam ATUNKAYNAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, - ID: [0000-0003-4699-5878](#)

<sup>2</sup>Istanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat fakültesi, - ID: 0000-0001-7134-1820

### Abstract

Rainfall prediction is a critical component of disaster management, as it provides advanced warning of potential floods and landslides caused by heavy daily rainfall. Accurate and reliable rainfall prediction can help to manage the water resources system, agriculture activity, early warning system, and flood risk. Moreover, daily rainfall prediction can provide information on the amount and distribution of rainfall, which is essential for managing water resources and minimizing the impact of floods and droughts. Prediction of daily rainfall with high accuracy is a challenge as a result of the complexity, non-linear and dynamic nature of rainfall. Recent advancements in machine learning methods have helped to develop various techniques that have generated accurate results in modeling rainfall prediction. Among these algorithms, ensemble methods, such as stacking, have been found to enhance the accuracy and robustness of predictions. This study investigates the application of a hybrid wavelet stacking ensemble machine learning algorithm in enhancing the accuracy of daily rainfall prediction and extending the lead time predictions up to three days. The proposed approach involves training multiple base models on the filtered and denoised time series data, followed by the combination of their predictions using a meta-model. In the study, four prevalent ML models, namely logistic linear regression, support vector regression, k-nearest neighbors, and decision tree are taken as base models. To combine the outputs from the base models, the meta-model is used as a second-layer learner to generate predictions. The findings of this study indicate that the hybrid wavelet stacking approach outperformed both the four base models and the stand-alone stacking model in predicting daily rainfall. The proposed model achieved a higher accuracy via assessment by several diagnostic metrics, demonstrating its effectiveness in capturing the complex patterns and relationships in the data. These results suggest that the hybrid wavelet stacking approach can provide a flexible and reasonable prediction framework for rainfall data, with potential applications in various fields, including disaster management.

**Keywords:** Wavelet, Prediction, Hybrid, Rainfall, Stacking Ensemble, Machine Learning

### Introduction

Daily rainfall prediction is a crucial aspect of disaster management as it allows for timely and accurate preparation for potential natural disasters such as floods and landslides. (Youssef et al., 2011) The ability to predict daily rainfall enables the implementation of early warning systems, evacuation plans, and the mobilization of emergency resources. (Chen et al., 2013;



Khosla et al., 2018) Furthermore, it assists in managing water resources during drought conditions and preventing the spread of water-borne diseases during heavy rainfall. (Wichitarapongsakun et al., 2016) Given the potential consequences outlined above, accurately forecasting rainfall in advance can afford us valuable time to develop strategies for mitigating the impacts of future rainfall events. The timely allocation of resources and prompt rescue of people from hazards can prove invaluable in mitigating potential risks. Effective planning in the present is critical for securing a more favorable outcome in the future. Recent advances in technology and the availability of large datasets have paved the way for the use of machine learning algorithms and ensemble models in daily rainfall prediction. (Altunkaynak & Küllahcı, 2022) These models have shown promising results in improving the accuracy of daily rainfall prediction, which can significantly aid disaster management efforts. Ensemble models, which combine the outputs of multiple machine learning algorithms, have emerged as a particularly effective approach to predicting daily rainfall. Ensemble models are built on the assumption that different regression models have unique strengths and weaknesses. (Sewell, 2011) By combining the predictions of multiple models, an ensemble model can mitigate the limitations of individual models and produce more accurate predictions. Consequently, the implementation of a hybrid wavelet stacking ensemble machine learning algorithm in our rainfall prediction model is intended to facilitate proactive decision-making regarding the requisite precautions to be taken prior to the occurrence of rainfall. This initiative is aimed at enabling individuals and communities to anticipate and prepare for the potential ramifications of rainfall, thereby reducing the negative impact of such occurrences.

### **Related Work**

Machine learning (ML) methods are gaining popularity as an alternative approach to traditional methods for predicting rainfall, primarily due to their ability to utilize flexible predictor datasets. (Aguasca-Colomo et al., 2019; Balamurugan & Manojkumar, 2021; Cramer et al., 2017; Dash et al., 2018; Diez-Sierra & del Jesus, 2020; Janarthanan et al., 2020; Küllahcı & Altunkaynak, 2023; Ortiz-García et al., 2014; Yu et al., 2017) The utilization of ML algorithms has resulted in significant improvements in the accuracy and reliability of rainfall forecasts, primarily due to their capability to process vast amounts of complex data in real-time and continuously enhance their predictions. Nevertheless, to ensure the continued success of ML approaches in various fields, researchers have highlighted the importance of developing new ensemble and hybrid methods. These approaches will enable the integration of diverse ML models, providing more robust and accurate predictions for a wide range of applications. (Bojang et al., 2020; Cui et al., 2021; Feng et al., 2015; Narimani et al., 2022; Singh et al., 2022; Venkata Ramana et al., 2013) Ensemble learning techniques have become increasingly popular in recent years due to their ability to combine the predictions of multiple machine learning models to improve overall accuracy. Stacking is a specific type of ensemble learning in which the predictions of multiple base models are combined using a meta-model to generate a final prediction. Stacking is advantageous because it can leverage the strengths of different base models and overcome their weaknesses, resulting in a more robust and accurate prediction. This approach can be particularly useful when dealing with complex or high-dimensional data, as it allows for more sophisticated modeling of the underlying relationships

between the predictors and the response variable. Overall, stacking is a promising approach for improving the accuracy and reliability of machine learning models in a wide range of applications. Gu et al., (2022) developed a stacked ensemble model using multiple predictors for monthly rainfall prediction and examined the performance of the model. Specifically, they used four machine learning models (KNN, XGB, SVR, ANN) as base learners, due to their high popularity and good performance in previous studies. The results showed that the performance of the base models varied among the nine stations in the Taihu Basin, while the stacking approach generally outperformed the four base models. Li et al., (2020) employed a stacking ensemble approach to integrating four machine learning models (SVR, RF, ENR, and XGB) for mid-term streamflow forecasting. The results indicated that the stacking strategy enhanced the predictive performance of the individual models, suggesting that the combination of different models through stacking can lead to improved accuracy and robustness in streamflow forecasting. Wang et al., (2021) conducted a comparative study to evaluate the effectiveness of stacking ensemble models and individual models in predicting beach water quality over a five-year period across three different beaches. The results revealed that the stacking ensemble model exhibited superior robustness and accuracy compared to individual models. However, there has been limited research on the application of hybrid stacking ensemble models in predicting rainfall, thereby highlighting the potential for further exploration in this area.

The primary objective of this study is to develop a hybrid wavelet stacking ensemble model for daily rainfall prediction that can extend lead time predictions up to three days using multiple predictors and to evaluate its performance. To achieve this goal, four popular machine learning models (LR, SVR, KNN, DT) were used as base learners due to their high effectiveness in previous studies. To assess the performance of the stacking ensemble model, commonly used evaluation metrics such as Mean Squared Error (MSE), Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE), and the correlation coefficient ( $r$ ) were employed.

## **Materials and methods**

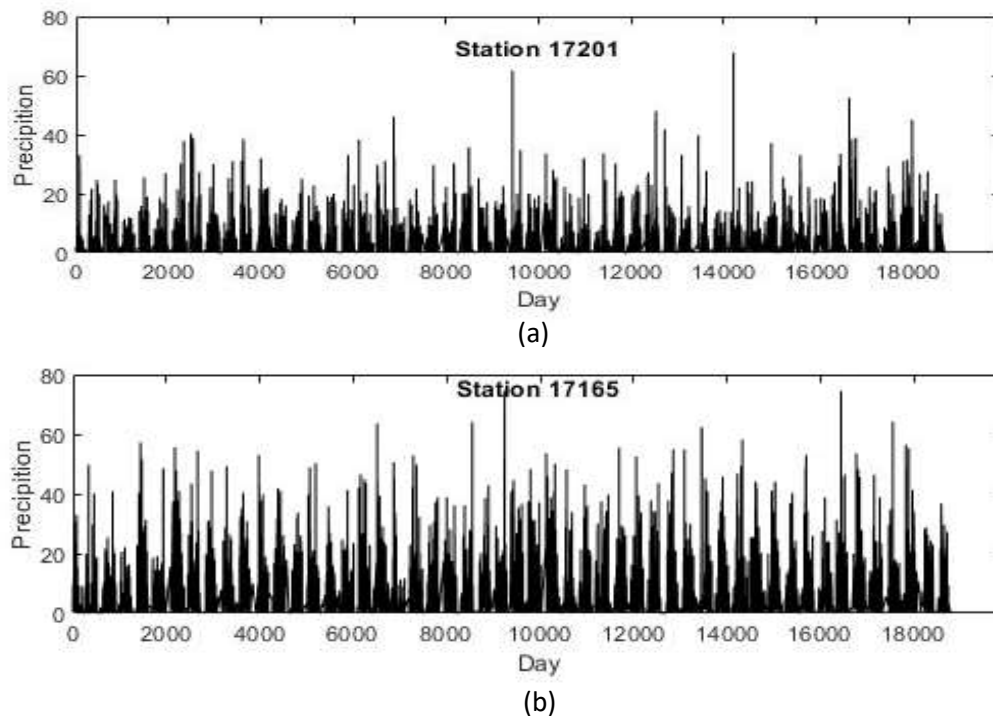
### **Study Area and Data**

This study utilizes daily precipitation data from two precipitation observation stations situated in the Eastern Anatolia region of Turkey. One of the stations is located in Elazığ province with station code 17201 at  $38^{\circ} 38' 39.5''$  N  $39^{\circ} 15' 22.0''$  E. The second station is situated in Tunceli provinces with station code 17165 at coordinates  $39^{\circ} 06' 20.9''$  N  $39^{\circ} 32' 26.9''$  E. Elazığ is dominated by a continental climate, although it exhibits some characteristics of a Mediterranean climate in certain locations. This climate change is occurred after the construction of the Keban Dam. The Elazığ climate also displays transitional features between the Mediterranean and continental climates. Summers are hot and dry, while winters are cold and harsh. The temperature ranges between  $-15^{\circ}\text{C}$  and  $+42^{\circ}\text{C}$ . The annual average precipitation is 433 mm, with most rainfall occurring in the spring. A harsh continental climate characterizes the Tunceli province. Summers are cool and short, while winters are long and very cold, with temperatures remaining below zero for several months. The climate around the Keban Dam Lake is relatively milder. The region is covered with snow for several months, with areas above 2700 m elevation remaining constantly snowy. The annual precipitation ranges between 800 to 1100 mm. The

meteorological stations used in this study are shown in Figure 1, and the observed data for two stations were collected over a period of 51 years from January 1970 to June 2021. The daily rainfall data for all stations are presented in Figures 2(a), and 2(b) as time series. The observed daily rainfall data were partitioned into two sets for the purpose of model evaluation: calibration and validation subsets. The first 36 years of data from January 1970 to June 2006, accounting for 70% of the total observed daily rainfall data, were utilized for training and calibrating the models. The remaining 15 years of data from June 2006 to June 2021, representing 30% of the total observed daily rainfall data, were used to test and validate the performance of the models.



**Fig .1:** Study Area



**Fig2:** The daily precipitation time series (a) Station 17201 (Elazığ), (b) Station 17165 (Tunceli)

### Machine Learning Methods

## Logistic Regression (LRM)

Logistic regression is a type of statistical model used to analyze the relationship between a categorical dependent variable (also known as the response variable) and one or more independent variables (also known as predictors or explanatory variables). It is a type of generalized linear model (GLM) that uses a logistic function (also called sigmoid function) to model the probability of a particular outcome. The logistic function is defined as:

$$p(x) = 1 / (1 + e^{(-z)})$$

where  $p(x)$  is the probability of the dependent variable taking on the value of 1,  $x$  is a vector of the independent variables, and  $z$  is the linear combination of the independent variables and their associated coefficients:

$$z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p$$

where  $b_0$  is the intercept term,  $b_1, b_2, \dots, b_p$  are the coefficients of the independent variables  $x_1, x_2, \dots, x_p$ .

The logistic regression model estimates the values of the coefficients that maximize the likelihood of observing the data. The likelihood function is a measure of the goodness of fit of the model to the data. The maximum likelihood estimates of the coefficients are obtained by maximizing the likelihood function using numerical optimization techniques.

## K-Nearest Neighbors (KNN)

KNN (K-Nearest Neighbors) regression is a non-parametric regression technique used to predict the value of a continuous target variable based on the values of its  $k$  nearest neighbors in a feature space. In KNN regression, the output variable is the average (or median) value of the target variable for the  $k$  nearest neighbors. (Cover and Hart, 1967)

The KNN regression algorithm works as follows:

- Choose a value of  $k$  (the number of nearest neighbors to consider) and a distance metric (such as Euclidean distance) to measure the similarity between instances in the feature space.
- For a new instance, calculate the distance between the new instance and all instances in the training set.
- Select the  $k$  instances with the smallest distances to the new instance.
- Compute the mean (or median) value of the target variable for the  $k$  nearest neighbors.
- Assign the mean (or median) value as the predicted value for the new instance.

KNN regression is a non-parametric technique because it does not make any assumptions about the underlying distribution of the data. Instead, it uses the entire training set to make predictions for new instances. This makes KNN regression a more flexible and adaptable model compared to linear regression or other parametric regression techniques. One of the main advantages of KNN regression is its simplicity and ease of implementation. It can be used for both simple and complex regression problems, and it can handle non-linear relationships between the target variable and the predictors. Additionally, KNN regression can be used for both univariate and

multivariate regression problems. However, there are some limitations to KNN regression. One limitation is that it can be computationally expensive for large datasets, as the algorithm must calculate the distance between each instance in the training set and the new instance. Another limitation is that the choice of  $k$  and the distance metric can have a significant impact on the performance of the model. Choosing an appropriate value of  $k$  and a suitable distance metric requires some domain knowledge and experimentation.

In summary, KNN regression is a simple and flexible non-parametric regression technique that can be used for both simple and complex regression problems. It is particularly useful when there is little or no prior knowledge about the underlying distribution of the data. However, it is important to carefully choose the value of  $k$  and the distance metric to ensure good performance of the model.

### **Support Vector Regression (SVR)**

Support vector regression (SVR) is a type of support vector machine (SVM) that is commonly used for performing regression tasks. The main principle of SVR involves nonlinearly mapping feature data into high-dimensional feature spaces to find a hyperplane that maximizes the margins by separating samples belonging to different groups. Support vectors are data points that support the margin at a close distance from the hyperplane. (Cortes and Vapnik, 1995) In SVR, the feature set is mapped into the high-dimensional feature space using a kernel function, with various kernel options available (linear kernel, polynomial kernel, and radial basis function (RBF) kernel). Previous hydrological studies have demonstrated that the radial basis function kernel is an effective choice for SVR. One of the advantages of SVR is that include its ability to handle high-dimensional data and its good performance in classification tasks, while its weaknesses include its sensitivity to the choice of kernel function and its relatively high computational cost for large datasets. For more detailed information that can be in SVR, readers are recommended to refer to Planck (2008).

### **Decision Tree**

The tree-based modeling techniques employ a recursive partitioning process on a training sample, aiming to identify sub-groups that are homogeneous enough to be represented by a single mathematical expression, which can successfully relate inputs with outputs. The Classification and Regression Tree (CART) is a widely-used tree-based method, initially proposed by Breiman et al. (1984), which uses a classical branching technique to determine node points, also referred to as decision points. These decision points correspond to threshold values of predictor variables, selected based on their directional influence on the predicted values. The CART algorithm employs the Gini index (GI) as a metric to measure the impurity of the nodes and determine the best split at each node. This process leads to the creation of a tree structure that recursively partitions the input space, resulting in a set of homogeneous sub-groups that can be represented by a mathematical expression.

$$GI = 1 - \sum_{i=1}^n R_i^2$$

The formula presented calculates the prediction error ( $R_i$ ) for each class  $i$ , with  $n$  denoting the total number of nodes in the Decision Tree model. While a high number of nodes may improve the homogeneity of sub-groups, it can also hinder the ability to adapt the model to new conditions. To achieve a balance between generalization and overfitting, the number of nodes is optimized using techniques such as cross-validation. This involves dividing the data into multiple subsets, training the model on a portion of the data, and evaluating it on the remaining data. The process is repeated multiple times, with different subsets used for training and testing, and the average error across all trials is used to measure the model's performance. By adjusting the number of nodes and assessing the model's performance through cross-validation, a trade-off between overfitting and underfitting can be achieved, resulting in a well-performing Decision Tree model.

### **Wavelet Decomposition**

Wavelet decomposition is a mathematical technique that involves the use of wavelet functions to represent signals in terms of their frequency components. The wavelet transform can be expressed mathematically as follows:

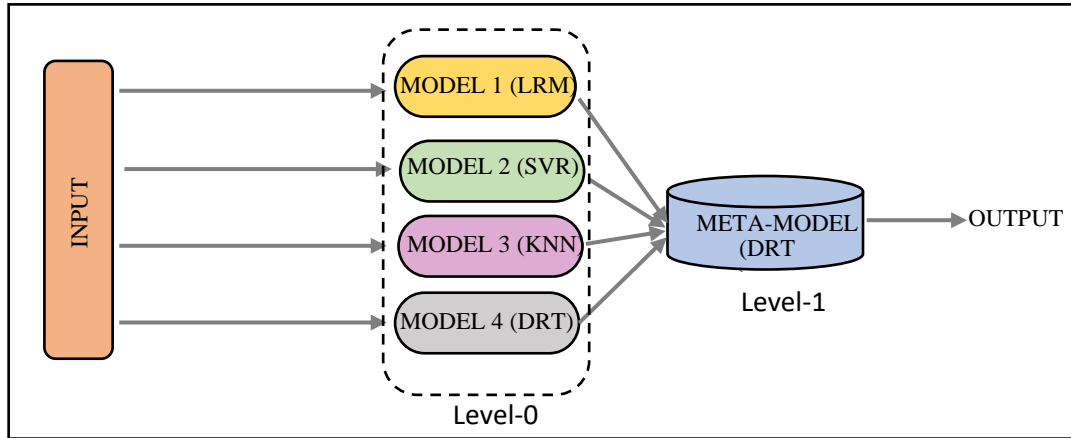
$$W(a,b) = \int f(t) \Psi((t-b)/a) dt$$

where  $W(a,b)$  represents the wavelet coefficients at a particular scale  $a$  and location  $b$ ,  $f(t)$  is the input signal, and  $\Psi(t)$  is the wavelet function. The wavelet function  $\Psi(t)$  is a small, localized function that is scaled and translated to generate a basis for representing signals at different scales and locations. The wavelet function must satisfy certain properties to be useful in wavelet decomposition, such as being orthogonal or biorthogonal, having a zero mean, and having finite energy. The wavelet decomposition process involves decomposing a signal into a series of wavelet coefficients at different scales and locations. The wavelet coefficients represent the contribution of each wavelet to the signal at a particular scale and location. Wavelet decomposition has several advantages over traditional Fourier analysis methods, including the ability to capture both time and frequency information simultaneously, as well as the ability to analyze non-stationary signals more effectively.

### **Stacking Ensemble Learning**

Wolpert, (1992) proposed the stacking ensemble learning method, which leverages the mutual complementarity among base models to improve the model's generalization ability. The stacking approach involves training multiple base models on the same dataset, and then using the predictions from these models as input features for a meta-model that learns to combine their outputs. The meta-model can be a simple linear regression or a more complex machine learning algorithm. By combining the outputs of multiple base models, the stacking ensemble approach can often outperform any individual model, particularly in cases where the base models have complementary strengths and weaknesses. This can lead to improved predictive performance and greater robustness of the resulting ensemble model. In order to prevent overfitting, the outputs from the base models are not directly learned by the meta-model in the stacking ensemble learning approach. Instead, a leave-one-out cross-validation method is typically used to train the meta-model. This involves dividing the data into  $k$ -folds and using  $k$ -

1 fold to train the base models and the remaining fold as a validation set to evaluate the model's performance. The predicted outputs from the base models for the validation set are then stacked together to form a new dataset, which is used to train the meta-model. Figure 3 shows a general scheme of a Stacking ensemble model.



**Fig.3:** An example scheme of typically stacking ensemble learning

The stacking ensemble model consists of two levels: level 0 and level 1. At level 0, multiple base models are trained on the original dataset to generate predictions for each instance. At level 1, a meta-learning model has trained on the level 0 predictions to generate the final prediction. The meta-learning model at level 1 takes the level 0 predictions as inputs and learns to combine them in a way that optimizes the final prediction. This allows the model to capture complex patterns and relationships that may not be evident in the original dataset. In the study, four machine learning models (logistic regression, K-nearest neighbors, support vector machine, and decision tree) were used at level 0 of the stacking ensemble model. Traditionally, the meta-learning model at level 1 is typically implemented using a weighted average method or a linear regression model, as described in previous studies (Caubet et al., 2019; Malone et al., 2014). However, in this study, a decision tree was used as the meta-learning model at level 1 instead. This approach may have several advantages over traditional methods, as decision trees are known for their ability to handle non-linear relationships and interactions between variables. Using a decision tree as the meta-learning model can also allow for the identification of important features and interactions between features that may be useful for further analysis and interpretation. Overall, the decision tree-based meta-learning model is a promising approach for improving the accuracy and interpretability of stacking ensemble models.

### Performance Evaluation

In this study, the accuracy of precipitation prediction models was evaluated using three statistical parameters, namely the Mean Square Error (MSE), the Nash-Sutcliffe Coefficient of Efficiency (NSE) (Nash and Sutcliffe, 1970), and the Correlation Coefficient (R). These metrics were chosen as they are commonly used in the field of hydrological modeling to assess the performance of models. The MSE measures the average of the squared differences between predicted and observed values, while the NSE quantifies the proportion of the observed

variability that is captured by the model. The correlation Coefficient is a measure of the strength and direction of the linear relationship between two variables. It ranges from -1 to +1, with a value of 0 indicating no correlation, and a value of 1 indicating a perfect positive correlation. In the context of performance evaluation, correlation can be used to assess the degree of agreement between predicted and observed values. However, it is important to note that correlation does not indicate causation and a high correlation does not necessarily imply a good model. By considering these performance evaluation criteria, the study aimed to assess the accuracy of the precipitation prediction models and provide insights into their suitability for the given context. The mathematical formulas for the three performance evaluation criteria mentioned :

$$MSE = 1/n * \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

where;

n = number of data points,  $y_i$  = observed value for data point i,  $\hat{y}_i$  = predicted value for data point i

$$NSE = 1 - (\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2) / (\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2)$$

where;

n = number of data points,  $y_i$  = observed value for data point i,  $\hat{y}_i$  = predicted value for data point i,

$\bar{y}$  = average observed value for all data points

The NSE measures the proportion of the observed variability that is captured by the model. A value of 1 indicates perfect model performance, while negative values indicate that the model performs worse than using the mean observed value.

$$r = \frac{\sum((x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}))}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2 * \sum(y_i - \bar{y})^2)}}$$

where:

$x_i$  = value of variable x for data point i,  $\bar{x}$  = mean value of variable x for all data points,  $y_i$  = value of variable y for data point i,  $\bar{y}$  = mean value of variable y for all data points

The correlation coefficient measures the strength and direction of the linear relationship between two variables, x, and y. The value of r ranges from -1 to +1, where -1 indicates a perfect negative correlation, +1 indicates a perfect positive correlation, and 0 indicates no correlation. A positive value of r indicates a positive correlation, while a negative value indicates a negative correlation. A value of r close to 0 indicates a weak correlation, while a value close to -1 or +1 indicates a strong correlation.

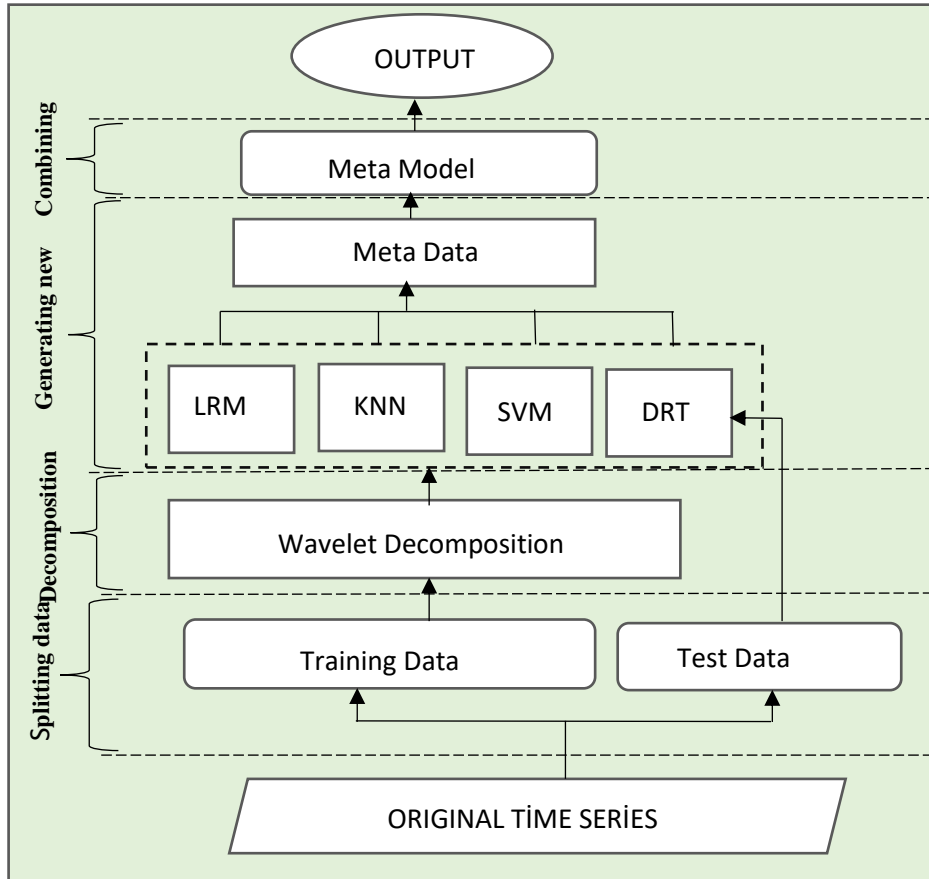
### Development of Model

The aim of this study was to develop a hybrid wavelet stacking ensemble model for daily rainfall prediction that utilizes multiple predictors and extends lead time predictions up to three days. The performance of this model was evaluated to determine its accuracy in predicting



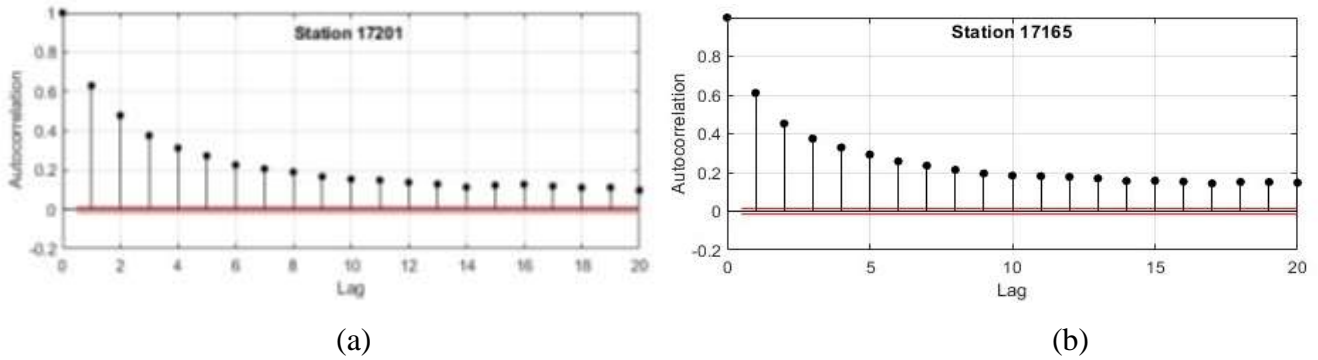
rainfall. By combining wavelet analysis and ensemble modeling techniques, the proposed model aimed to improve the accuracy of daily rainfall predictions and enable the forecasting of precipitation up to three days in advance. The performance evaluation of the model aimed to provide insights into its suitability for practical applications in the field of hydrology. As part of this study, four different models were developed for two different stations. These models include stand-alone models, wavelet models, stand-alone stacking ensemble models, and hybrid wavelet-stacking ensemble models. The purpose of generating these models was to evaluate their performance in predicting daily rainfall and to identify the most accurate and reliable model. The use of stand-alone models allowed for the assessment of the individual contribution of each predictor variable, while wavelet models enabled the identification of patterns in the data and the removal of noise. Stacking ensemble models aimed to improve the accuracy of predictions by combining multiple models, and the hybrid wavelet-stacking ensemble model aimed to leverage the benefits of both wavelet analysis and ensemble modeling techniques. By generating and evaluating these four models, the study aimed to provide insights into their relative strengths and weaknesses and to identify the most effective model for practical applications. In this context, the flowchart of the proposed study is shown in Figure 4.

In time series research, selecting the appropriate number of inputs for the predictive model is crucial for accurate forecasting. To determine the optimal input combinations for the models developed in this study, autocorrelation analysis was conducted (refer to Fig. 5). The autocorrelation value for lag time 1 (time step,  $t-1$ ) was found to be the highest. However, to ensure comprehensive analysis, additional testing was carried out by including 2 and 3 lags ( $t-1$  and  $t-2$ ) during the model development phase. Initially, the models were established using one lag time ( $t-1$ ). Subsequently, both two previous lags ( $t-1$  and  $t-2$ ) were used to establish the models. Finally, one, two, and three previous values ( $t$ ,  $t-1$ , and  $t-2$ ) were incorporated in developing the models. However, as there was no significant improvement in model performance when more than two previous inputs were included, a lag time of two was set for all models. This approach aimed to avoid model complexity, thus promoting sparsity while maintaining sufficient predictive power.

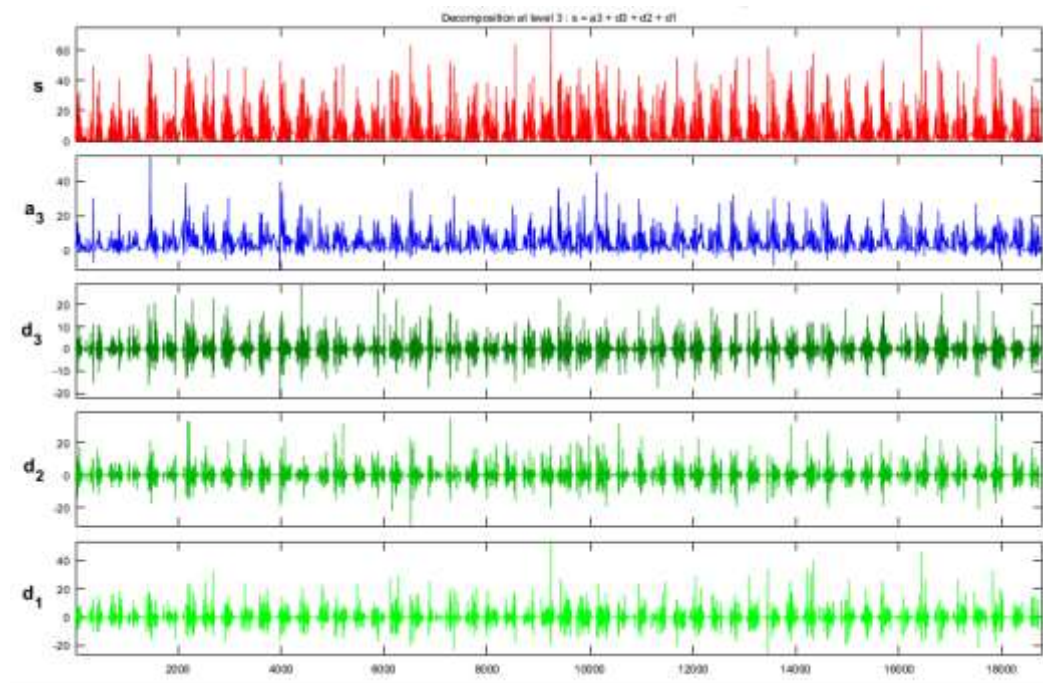


**Fig.4:** The flowchart of the proposed study

The original time series data was decomposed into four sub-series using the Wavelet decomposition method, as shown in Figure 6, with one being the approximation and the other three being the details. Fig. 6 displays the original daily rainfall time series and the sub-bands obtained through Coiflet wavelets. The red line represents the original series, while the green and blue lines correspond to each sub-series and the approximate series, respectively. This representation provides a multi-resolution analysis of the data, allowing for the examination of both high and low-frequency components of the signal. These resulting sub-series were then used as inputs in models. Each sub-series obtained through Wavelet decomposition was predicted by base models for a three-day forecasting horizon. All parameters in the basic models were adjusted based on preliminary experiments on the data and good results obtained from similar problems. In the study, the decision tree model was set as a meta-predictor to combine the results of different basic predictors using the Stacking Ensemble method.



**Fig.5:** Autocorrelation function graph of two stations



**Fig.6:** Plots of 3 bands and the approximation decomposed by Coiflet for situation 17165

### Results and Discussion

In this study, we applied four different stand-alone machine learning techniques, namely LRM, KNN, SVM, and DRT to predict daily precipitation data. Additionally, we used the Wavelet Transform (WT) as a preprocessing technique to decompose the original time series. In order to improve daily precipitation predictions beyond the improvements provided by WT, we made further efforts. Consequently, the outputs of the stand-alone and hybrid wavelet models were used as input to the stacking ensemble model. The hybrid models obtained using wavelet transformation were integrated with the stacking ensemble modeling method to improve precipitation prediction accuracy. Finally, the results of the stand-alone and hybrid wavelet stacking ensemble models were compared to evaluate their performance.

Table 1 displays the daily rainfall prediction results of the stand-alone models for two rainfall observation stations. The results indicate that, across all models, as the prediction lead time increases, the MSE values increase while the NSE and r values decrease. This trend can be attributed to the decreasing correlation value with the lags, which leads to a decrease in the prediction performance of the models for larger time spans into the future.

	Station	17201			17165				Station	17201			17165		
		Models	MSE	NSE	r	MSE	NSE			r	Models	MSE	NSE	r	MSE
T+1	LRM	10.77	0.44	0.66	28.93	0.33	0.58		W-LRM	3.94	0.79	0.89	10.57	0.76	0.87
	KNN	11.64	0.39	0.64	32.73	0.25	0.57	T+1	W-KNN	4.26	0.78	0.88	11.52	0.73	0.86
	SVR	12.70	0.34	0.60	32.29	0.26	0.56		W-SVR	3.57	0.81	0.90	9.55	0.78	0.89
	DRT	10.66	0.43	0.65	30.77	0.21	0.50		W-DRT	3.56	0.81	0.90	10.83	0.75	0.87
T+2	LRM	14.25	0.26	0.51	35.49	0.18	0.43		W-LRM	6.76	0.65	0.81	18.32	0.58	0.76
	KNN	15.34	0.20	0.50	40.25	0.11	0.42	T+2	W-KNN	6.82	0.64	0.80	18.51	0.57	0.76
	SVR	13.70	0.28	0.54	38.98	0.10	0.42		W-SVR	7.17	0.63	0.79	21.36	0.51	0.71
	DRT	15.31	0.20	0.48	36.11	0.17	0.47		W-DRT	7.64	0.60	0.78	20.34	0.55	0.71
T+3	LRM	16.04	0.16	0.42	37.70	0.13	0.37		W-LRM	8.76	0.54	0.74	21.98	0.49	0.70
	KNN	17.04	0.11	0.40	45.90	0.06	0.31	T+3	W-KNN	8.98	0.53	0.73	22.48	0.48	0.70
	SVR	15.50	0.19	0.45	40.07	0.11	0.33		W-SVR	8.93	0.53	0.74	23.21	0.47	0.70
	DRT	17.01	0.11	0.40	34.65	0.16	0.42		W-DRT	10.15	0.47	0.70	25.21	0.42	0.68

**Table:1** Results of stand-alone ML models

**Table:2:** Results of Wavelet-ML models

Table 1 presents the results of the stand-alone models in terms of various performance indicators. For stations 17201 and 17165, the NSE values of the stand-alone model range from 0.44 to 0.21 for a 1-day forecasting horizon. It can be inferred from the model results that the acceptable success criterion for both stations is not met with an NSE value below 0.5 for the T+1 lead time. Moreover, the forecasted values for lead times beyond T+1, namely T+2 and T+3, exhibit a deviation from the expected rainfall time series. This suggests that independent models alone may not suffice to achieve high-precision forecasting outcomes for daily rainfall at the two stations.

The evaluation of the hybrid WT model using various performance metrics (Table 2) indicates that the NSE values for the T+1 verification time range from 0.81 to 0.73 for the two stations. These results clearly demonstrate that the hybrid WT models significantly improve the prediction accuracy for the T+1 verification time compared to stand-alone models. The same observation holds true for the T+2 and T+3 forecasting horizons as well. The hybrid WT models demonstrate an improvement in the accuracy of the model outcomes for the T+2 and T+3 forecasting horizons. However, the obtained results are not satisfactory in terms of rainfall forecasting.

Table 3 presents the results of the stand-alone Stacking Ensemble model(ST-SE). The results indicate that for the T+1 forecasting horizon, the NSE value of the Stacking Ensemble model is 0.79 for station 17201 and 0.78 for station 17165. It is noteworthy that the independent Stacking Ensemble model yields results comparable to the wavelet model (Table 2) for the T+1 forecasting horizon. However, for the T+2 and T+3 forecasting horizons, the Stacking

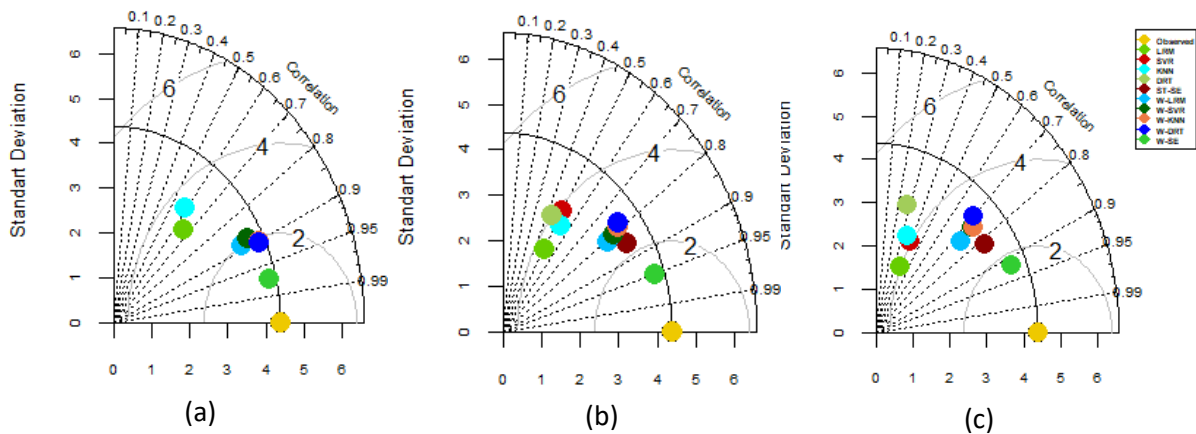
Station	Models	17201			17165		
		MSE	NSE	r	MSE	NSE	r
T+1	ST-SE	4.02	0.79	0.89	9.43	0.78	0.88
T+2	ST-SE	5.16	0.73	0.85	10.55	0.72	0.83
T+3	ST-SE	6.18	0.65	0.72	12.05	0.68	0.78

Station	Models	17201			17165		
		MSE	NSE	r	MSE	NSE	r
T+1	W-SE	1.03	0.95	0.98	2.74	0.94	0.97
T+2	W-SE	1.75	0.88	0.91	4.86	0.88	0.90
T+3	W-SE	4.03	0.79	0.85	9.86	0.71	0.78

**Table3 :** Performance evaluation of Stand-alone Stacking-Ensemble models

**Table4 :** Performance evaluation of Hybrid Wavelet-Stacking-Ensemble models

Ensemble model outperforms the wavelet model and produces more acceptable results. Upon examining the results of the final stage of modeling and the main purpose of this study, the results of the Hybrid Wavelet Stacking Ensemble (W-SE) model show that the NSE value for the T+1 forecasting horizon is 0.95 for station 17201 and 0.94 for station 17165.(Table4)



**Fig.7:** The Taylor diagrams for station 17201, considering prediction horizons of a)t+1, b)t+2, and c)t+3.

When comparison of the Hybrid W-SE models with the ST-SE, it was observed that the hybrid models yielded a significant increase in the NSE values for the T+1 forecasting horizon, from 0.79 to 0.95, for station 17201. The results of the ST-SE model indicate that they are not adequate for accurately predicting the T+1 forecasting horizon, while the hybrid W-SE model achieved "excellent" performance, with NSE values of 0.95. Based on the forecast results presented in Table 4, when the lead time is T+2 and two stations are taken into account, the calculated NSE value is 0.88. These results indicate that models with a NSE value exceeding 0.85 can be classified as having a "very good" level of performance. When analyzing the T+3

lead time results, it was observed that the hybrid W-SE models displayed favorable performance, with NSE values of up to 0.79 across all three stations. The Taylor diagrams in Fig.7 demonstrate that the hybrid W-SE model exhibited higher levels of accuracy compared to the ST-SE model, which approximated the observations.

Consequently, the Hybrid Wavelet Stacking Ensemble model demonstrated superior performance compared to the standalone Stacking Ensemble model for three of the lead times. These results indicate that utilizing the hybrid W-SE models has promising potential to enhance the precision of precipitation predictions and extend the reliable forecasting time frame by up to 3 days.

## Conclusion

Rainfall prediction is essential to disaster management, particularly in areas where heavy precipitation can trigger floods and landslides. Accurate forecasting enables authorities to issue early warnings and implement preventive measures, which can minimize the impact of extreme weather events and save lives. Therefore, there is a significant need to improve the precision and timeliness of rainfall prediction. This study aims to contribute to the existing body of literature by demonstrating the efficacy of the hybrid wavelet Stacking ensemble modeling technique in daily rainfall forecasting. The research has established that this approach is a promising alternative to traditional models and can offer improved outcomes. The study seeks to make a scholarly contribution to rainfall prediction and encourage further exploration of advanced modeling techniques in this domain. The primary findings of this study can be summarized as follows:

- The hybrid wavelet-stacking ensemble model has exhibited the potential to outperform both the base models and the stand-alone stacking ensemble model by leveraging a combination of diverse model structures.
- Based on the results of this study, it can be concluded that the hybrid wavelet-stacking model performed satisfactorily, demonstrating a strong ability to predict rainfall over a three-day time horizon.

Moving forward, it is recommended that future research in this area focus on exploring the variability in rainfall series and identifying key drivers that can enhance prediction accuracy. It would also be beneficial to investigate the performance of other machine-learning models within the ensemble framework. Furthermore, the data-driven model that incorporates the stacking ensemble framework has the potential to be generalized to other climatic regions, leveraging various climatic, meteorological, and other relevant information sources. Therefore, further studies could expand the application of this model to other regions with diverse climatic conditions.

## Reference

Aguasca-Colomo, R., Castellanos-Nieves, D., & Méndez, M. (2019). Comparative analysis of rainfall prediction models using machine learning in islands with complex orography: Tenerife Island. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(22).  
<https://doi.org/10.3390/APP9224931>

- Altunkaynak, A., & Küllahcı, K. (2022). Transfer precipitation learning via patterns of dependency matrix-based machine learning approaches. *Neural Computing and Applications*, 34(24), 22177–22196. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07674-8>
- Balamurugan, M. S., & Manojkumar, R. (2021). Study of short term rain forecasting using machine learning based approach. *Wireless Networks*, 27(8), 5429–5434. <https://doi.org/10.1007/s11276-019-02168-3>
- Bojang, P. O., Yang, T., Pham, Q. B., & Yu, P. (2020). *applied sciences Linking Singular Spectrum Analysis and Machine Learning for Monthly Rainfall Forecasting*.
- Caubet, M., Román, M., Arrouays, D., Minasny, B., & Saby, N. P. A. (2019). Merging country , continental and global predictions of soil texture : Lessons from ensemble modelling in France. *Geoderma*, 337(September 2018), 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.007>
- Chen, P. A., Chang, L. C., & Chang, F. J. (2013). Reinforced recurrent neural networks for multi-step-ahead flood forecasts. *Journal of Hydrology*, 497, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.05.038>
- Corinna, C., & Vapnik, V. (1995). *Support-Vector Networks*. 297, 273–297.
- Cover, T. M., & Hart, P. E. (1967). Nearest Neighbor Pattern Classification. *IEEE Transactions on Information Theory*. <https://doi.org/10.1109/TIT.1967.1053964>
- Cramer, S., Kampouridis, M., Freitas, A. A., & Alexandridis, A. K. (2017). An extensive evaluation of seven machine learning methods for rainfall prediction in weather derivatives. *Expert Systems with Applications*, 85, 169–181. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.05.029>
- Cui, Z., Qing, X., Chai, H., Yang, S., Zhu, Y., & Wang, F. (2021). Real-time rainfall-runoff prediction using light gradient boosting machine coupled with singular spectrum analysis. *Journal of Hydrology*, 603(PC), 127124. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127124>
- Dash, Y., Mishra, S. K., & Panigrahi, B. K. (2018). Rainfall prediction for the Kerala state of India using arti fi cial intelligence approaches ☆. *Computers and Electrical Engineering*, 70(June), 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2018.06.004>
- Diez-Sierra, J., & del Jesus, M. (2020). Long-term rainfall prediction using atmospheric synoptic patterns in semi-arid climates with statistical and machine learning methods. *Journal of Hydrology*, 586(March), 124789. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124789>
- Feng, Q., Wen, X., & Li, J. (2015). *Wavelet Analysis-Support Vector Machine Coupled Models for Monthly Rainfall Forecasting in Arid Regions*. 1049–1065. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0860-3>
- Gu, J., Liu, S., Zhou, Z., Chalov, S. R., & Zhuang, Q. (2022). A Stacking Ensemble Learning

- Model for Monthly Rainfall Prediction in the Taihu Basin, China. *Water (Switzerland)*, 14(3), 1–20. <https://doi.org/10.3390/w14030492>
- Janarthanan, R., Balamurali, R., Annapoorani, A., & Vimala, V. (2020). Prediction of rainfall using fuzzy logic. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.179>
- Khosla, E., Ramesh, D., Sharma, R. P., & Nyakotey, S. (2018). RNNs-RT: Flood based Prediction of Human and Animal deaths in Bihar using Recurrent Neural Networks and Regression Techniques. *Procedia Computer Science*, 132(Iccids), 486–497. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.001>
- Küllahcı, K., & Altunkaynak, A. (2023). *Enhanced rainfall prediction performance via hybrid empirical - singular - wavelet - fuzzy approaches*. 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26598-x>
- L. Breiman, J. Friedman, C.J. Stone, R. A. O. (1984). *Classification and Regression Trees*.
- Li, Y., Liang, Z., Hu, Y., Li, B., Xu, B., & Wang, D. (2020). A multi-model integration method for monthly streamflow prediction: Modified stacking ensemble strategy. *Journal of Hydroinformatics*, 22(2), 310–326. <https://doi.org/10.2166/hydro.2019.066>
- Malone, B. P., Minasny, B., Odgers, N. P., & Mcbratney, A. B. (2014). Using model averaging to combine soil property rasters from legacy soil maps and from point data. *Geoderma*, 232–234, 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.04.033>
- Narimani, R., Jun, C., Saedi, A., Bateni, S. M., & Oh, J. (2022). A multivariate decomposition – ensemble model for estimating long - term rainfall dynamics. *Climate Dynamics*. <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06646-x>
- Nash, J. E., & Sutcliffe, J. V. (1970). River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles. *Journal of Hydrology*. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(70\)90255-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(70)90255-6)
- Ortiz-García, E. G., Salcedo-Sanz, S., & Casanova-Mateo, C. (2014). Accurate precipitation prediction with support vector classifiers: A study including novel predictive variables and observational data. *Atmospheric Research*, 139, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2014.01.012>
- Planck, M. (2008). *Kernel methods in machine learning 1*. 36(3), 1171–1220. <https://doi.org/10.1214/009053607000000677>
- Sewell, M., & Sewell, M. (2011). *Ensemble Learning 20*.
- Singh, S., Vishwakarma, D. K., & Kashmir, T. (2022). *Seasonal rainfall pattern using coupled neural network-wavelet technique of of southern*.
- Venkata Ramana, R., Krishna, B., Kumar, S. R., & Pandey, N. G. (2013). Monthly Rainfall Prediction Using Wavelet Neural Network Analysis. *Water Resources Management*. <https://doi.org/10.1007/s11269-013-0374-4>



- Wang, L., Zhu, Z., Sassoubre, L., Yu, G., Liao, C., Hu, Q., & Wang, Y. (2021). Improving the robustness of beach water quality modeling using an ensemble machine learning approach. *Science of the Total Environment*, 765, 142760.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142760>
- Wichitarapongsakun, P., Sarin, C., Klomjek, P., & Chuenchooklin, S. (2016). Rainfall prediction and meteorological drought analysis in the Sakae Krang River basin of Thailand. *Agriculture and Natural Resources*, 50(6), 490–498.  
<https://doi.org/10.1016/j.anres.2016.05.003>
- Wolpert, D. H. (2018). *Stacked Generalization This work was performed under the auspices of the Department of Energy . LA-UR-90-3460. 6080*(December).  
[https://doi.org/10.1016/S0893-6080\(05\)80023-1](https://doi.org/10.1016/S0893-6080(05)80023-1)
- Youssef, A. M., Pradhan, B., & Hassan, A. M. (2011). Flash flood risk estimation along the St. Katherine road, southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and satellite imagery. *Environmental Earth Sciences*, 62(3), 611–623. <https://doi.org/10.1007/s12665-010-0551-1>
- Yu, P. S., Yang, T. C., Chen, S. Y., Kuo, C. M., & Tseng, H. W. (2017). Comparison of random forests and support vector machine for real-time radar-derived rainfall forecasting. *Journal of Hydrology*, 552, 92–104.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.06.020>

## FOSFAT TAMPONLU TUZ ÇÖZELTİSİNDE OKSİT KAPLI Ti6Al4V ALAŞIMININ KOROZYON DİRENCİ

Mevra ASLAN ÇAKIR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,

- 0000-0002-3826-8390

### ÖZET

Sahip olduğu iyi mekanik ve biyouyumluluk özellikleri ile Ti6Al4V alaşımı tıp endüstrisinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Ancak bu alaşımların biyomalzeme olarak uzun süreli vücut içerisinde bulunması sonucunda malzemelerde zamanla korozyon direnci azalır ve bu durum diğer ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Ti6Al4V alaşımının korozyon direncinin araştırıldığı bu çalışmada, işlemsiz ve 700 °C'de 2 saat plazma ile oksitlenmiş Ti6Al4V alaşımının fosfat tamponlu tuz çözeltisi (PBS) içerisinde elektrokimyasal korozyon davranışları araştırılmıştır. İşlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V alaşımının yapısal, mekanik ve morfolojik analizleri XRD, SEM, mikrosertlik ve yüzey pürüzlülüğü deneyleri ile yapılmıştır. Plazma oksitlenmiş Ti6Al4V alaşımının PBS çözeltisindeki elektrokimyasal korozyon direnci açık devre potansiyeli (OCP) ve potansiyodinamik polarizasyon deneyleri kullanılarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, plazma oksitleme işlemi uygulama sonrası elde edilen TiO<sub>2</sub> tabakasının PBS çözeltisi içerisinde korozyon direncini artırdığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Ti6Al4V, Plazma oksitleme, PBS, Elektrokimyasal korozyon.

### ABSTRACT

With its good mechanical and biocompatibility properties, Ti6Al4V alloy has a wide range of applications in the medical industry. However, as a result of the long-term presence of these alloys in the body as biomaterials, the corrosion resistance of the materials decreases over time and this can lead to other serious health problems. In this study, the corrosion resistance of the Ti6Al4V alloy was investigated, the electrochemical corrosion behavior of the untreated and plasma-oxidized Ti6Al4V alloy at 700 °C for 2 hours in phosphate-buffered solution (PBS). Structural, mechanical, and morphological analyzes of untreated and plasma oxidized Ti6Al4V alloy were performed by XRD, SEM, microhardness, and surface roughness tests. The electrochemical corrosion resistance of plasma oxidized Ti6Al4V alloy in PBS solution was determined using open circuit potential (OCP) and potentiodynamic polarization experiments. As a result, it was observed that the TiO<sub>2</sub> layer obtained after the plasma oxidation process increased the corrosion resistance in the PBS solution.

**Keywords:** Ti6Al4V, Plasma oxidation, PBS, Electrochemical corrosion.

## 1. GİRİŞ

Biyomalzemeler, biyolojik olarak uyumlu olan ve bozulan dokunun yerini alacak veya onaracak şekilde insan vücudunda sabitlenebilen inorganik veya organik materyaller olarak tanımlanabilir. Biyomalzemeler temel olarak tıbbi uygulamalarda; sentetik (metaller, polimerler, seramikler ve kompozitler), doğal olarak türetilmiş (hayvan ve bitkilerden), yarı sentetik veya hibrit malzemeler olarak sınıflandırılabilir [1,2]. Çoğunlukla sert doku yerine implant edilen biyomalzeme türü metalik biyomalzemeler olup, ayrıca düşük yoğunluğu, yüksek korozyon direnci, yüksek biyoyumluluğu ve düşük elastisite modülü ile titanyum ve alaşımları en çok tercih edilen metalik biyomalzemelerdir [3,4]. Günümüzde Ti6Al4V alaşımı biyomalzeme olarak en yaygın kullanılan titanyum alaşımıdır. Bu alaşım biyomalzeme olarak uzun süreli kullanımda alaşımın kimyasal bileşenlerinin toksisitesi sebebiyle meydana gelen metal iyon salınımı sebebiyle biyoyumluluğu ve korozyon direnci olumsuz yönde etkilenir [5,6].

Yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla yeni biyomalzemeler geliştirmek maliyetli ve zaman alıcı olduğundan, mevcut geleneksel biyomalzemeleri modifiye etmeye odaklanılmalıdır. Yüzey modifikasyonu birçok yöntemle gerçekleştirilebilir [7]. Ekonomik ve etkili olduğu kanıtlanmış olan yarı iletkenler ve biyomedikal endüstrisinin modifikasyonunda yaygın olarak; plazma sprey, plazma polimerizasyon, plazma daldırma iyon implantasyonu ve plazma termokimyasal yüzey işlemleri gibi plazma yüzey modifikasyon teknikleri kullanılmaktadır. Diğer yöntemlere göre plazma modifikasyonunun benzersiz avantajı, yüzey özelliklerinin seçici olarak artırılmasıdır [8-10]. Plazma, yeterince düşük basınçta hermetik olarak kapatılmış bir sistemde iki elektrot arasında bir voltaj uygulanarak, elektronlar ve iyonlar bir elektrik alanında hızlanır, diğer parçacıklarla çarpışır ve zincirleme reaksiyonda ek iyonlar ve elektronlar üretilmektedir [11]. Plazma ile oksijen veya nitrojen gibi iyon implantasyonunun kullanımı, metallerin hem aşınma hem de korozyon direncini iyileştirmek için kullanılmıştır [12]. Literatürdeki plazma oksitleme işlemi ile uygulanmış Ti6Al4V alaşımının incelendiği deneysel çalışmaların bazıları şöyle özetlenmiştir:

Ti6Al4V alaşımının aşınma özelliklerini iyileştirmek amacıyla, 650 ile 750 °C sıcaklıklarda 1 ile 4 saat işlem sürelerinde plazma oksitleme, plazma nitrürleme ve plazma oksinitrürleme yüzey işlemleri uygulanmıştır. 3 ve 10 N yük altında yapılan aşınma testleri sonucunda, 650 °C'de 1 saat boyunca plazma işlemi uygulanmış numuneler dışındaki tüm numunelerin aşınma direncinin, işlemsiz Ti6Al4V alaşımından daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir [13]. 600 °C'de 1, 2, 3, 5 ve 8 saat süre ile plazma oksitlenmiş Ti6Al4V alaşımının, yapay tükürük solüsyonunda PPE, LPR ve EIS korozyon analiz yöntemleri ile elektrokimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Tüm korozyon testleri sonucunda en yüksek polarizasyon direnci ve korozyon direncinin 3 saat boyunca oksitlenen numune için elde edildiğini bulunmuştur [12]. Ti-15Mo alaşımı ile Ti6Al4V alaşımına 650°C'de 1 saat süreyle plazma ve termal oksidasyon işlemleri gerçekleştirilen çalışmada, kuru koşullarda oksitlenmiş numune yüzeylerin aşınma performansını incelemişlerdir. Her iki yüzey işlemi sonucunda yüzey pürüzlülüğü artmış ve Ti-15Mo alaşımı, tüm koşullar altında Ti6Al4V alaşımına kıyasla daha yüksek aşınma direnci sergilediğini görmüşlerdir [14].

Bu çalışmada, Ti6Al4V alaşımı 700°C işlem sıcaklığında, %100 O<sub>2</sub> gaz atmosferinde 2 saat oksitlenmiştir. İşlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V alaşımının elektrokimyasal korozyon davranışı, 7.4 pH değeri ve 37°C vücut sıcaklığında simüle edilmiş fosfat tamponlu tuz çözeltisi (PBS) içerisinde araştırılmıştır. PBS çözeltisindeki elektrokimyasal korozyon direnci açık devre potansiyeli (OCP) ve potansiyodinamik polarizasyon deneyleri kullanılarak belirlenmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada biyomedikal uygulamalarda kullanılan Ti6Al4V (Grade 5) alaşımı kullanılmıştır. 20 × 20 × 5 mm boyutlarındaki numuneler kaplama işlemi öncesi sırasıyla 80, 400, 600, 800 ve 1200 mesh SiC zımpara kâğıdı kullanılarak parlatılmıştır. Ayrıca yüzeydeki kirliliklerin giderilmesi amacıyla numuneler sırasıyla etil alkol ve saf su ile yıkanmıştır. Ti6Al4V alaşımları, plazma ile oksitleme cihazında oksitleme işlemine tabi tutulmuştur. Deney numune yüzeyleri üzerindeki olabilecek kirlilikleri yüzeyden uzaklaştırmak için plazma oksidasyon yapılacak ortama hidrojen gazı (400 V gerilimde 20 dakika) verilmiştir. Belirlenen plazma oksitleme işlemi %100 O<sub>2</sub> gazında olacak şekilde iğne vanalar yardımıyla ortama oksijen gazı verilerek, 2 saat süreyle 700°C işlem sıcaklığında oksitleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Plazma ile oksitlenmiş Ti6Al4V alaşımı yüzeyinde oluşan fazlar Cu-K $\alpha$  radyasyon kaynaklı Panalytical Empyrean-XRD cihazı vasıtasıyla belirlenmiştir. Kaplama sonrası yüzeyde üretilen filmin kesit-SEM görüntüleri için taramalı elektron mikroskobu (FEI Quanta FEG-450 SEM-EDAX) kullanılmıştır. Numunelerin yüzey sertlik ölçümleri Buehler mikrosertlik cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Vickers sertlik ölçüm yöntemine göre, 100 gram yük altında ve 15 saniye bekleme süresinde 5 tekrar ile gerçekleştirilmiştir. Elektrokimyasal korozyon deneyleri GAMRY-Reference 3000 Potansiyostat/Galvanostat/ZRA test cihazında deney öncesinde (pH değeri 7.4 ve solüsyon sıcaklığı 37°C) hazırlanmış fosfat tamponlu tuz çözeltisi (PBS) içerisinde, Tafel ve OCP (Açık Devre Potansiyel) Teknikleri kullanılarak yapılmıştır. Hazırlanan PBS çözeltisi, bir PBS tabletinin (Sigma-Aldrich) 200 mL su içinde çözülmesiyle yapılmıştır, PBS çözeltisinin içeriği Çizelge.1’de sunulmuştur.

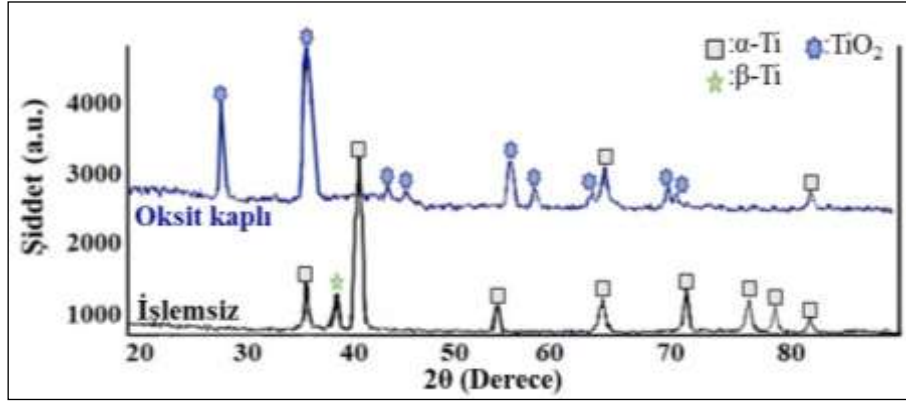
Çizelge 1. PBS’nin içeriği [15]

Sıra	Reaktif	Miktar
1	NaCl	8 (gr/lit)
2	KCl	0.2 (gr/lit)
3	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.42 (gr/lit)
4	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.24 (gr/lit)

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

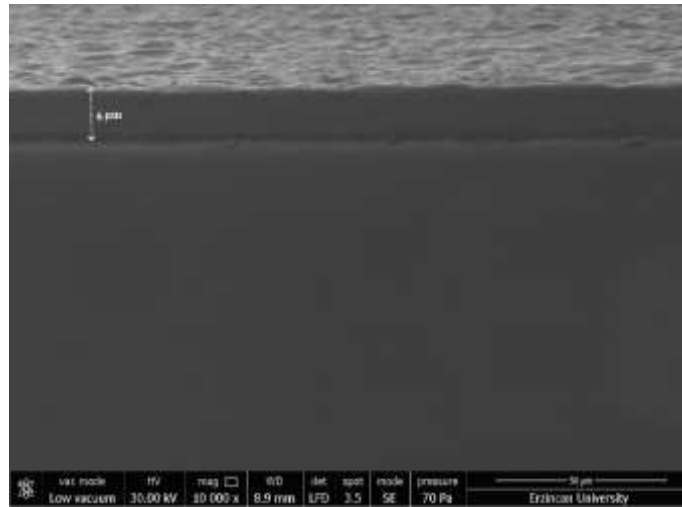
Görsel 1’de işlem görmemiş ve 700°C’de 2 saat plazma ile oksitlenmiş Ti6Al4V alaşımına ait XRD analizleri görülmektedir. İşlemsiz Ti6Al4V alaşımı hegzagonal sıkı paket kafes yapısına sahip alfa ( $\alpha$ ) Ti ve hacim merkezli kübik kafes yapısında olan beta ( $\beta$ ) Ti fazlarından oluşmaktadır. 700 °C’de 2 saat plazma ile oksitlenen numunelerin XRD analizlerine göre; TiO<sub>2</sub>

fazının oluştuğu görülmektedir. Plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin XRD sonuçlarına göre;  $\alpha$ -Ti ve  $\beta$ -Ti fazlarının bir kısmının kaybolup, oluşan yapıda baskın fazın TiO<sub>2</sub> fazı olduğu bulunmuştur. Plazma oksitleme işlemi sonrası oluşan TiO<sub>2</sub> fazları, rutil kristal yapıya sahiptir. Ti6Al4V alaşımının plazma oksidasyon işlemi sonrası, plazma oksitleme işleminde uygulanan yüksek oksijen kısmi basıncı ve yüksek sıcaklık nedeniyle TiO<sub>2</sub> fazının diğer kristal yapılarına (anataz ve brokit) rastlanmamıştır.



**Görsel 1.** İşlemsiz ve 700°C’de 2 saat plazma ile oksitlenmiş Ti6Al4V alaşımına ait XRD grafiği

Görsel 2’de 700 °C’de 2 saat plazma oksitleme işlemi sonucunda elde edilen oksit tabakalarının kesit SEM görüntüsü görülmektedir. Plazma oksitleme işlemi ile elde edilen oksit yüzeylerinin oldukça yoğun bir yapıya sahip olduğu Görsel 2’de görülmektedir. Plazma oksitleme sonucu elde edilen kesit-SEM görüntüsüne göre ortalama oksit tabaka kalınlığı 6 µm olarak ölçülmüştür. İşlemsiz ve 700°C’de 2 saat oksitlenmiş Ti6Al4V malzemesinin yüzey sertlik, tabaka kalınlığı ve yüzey pürüzlülüğü değerleri Çizelge.2’de verilmiştir. İşlemsiz Ti6Al4V numunesinin vickers sertlik değeri 350-370 HV<sub>0.1</sub> iken, plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin vickers sertlik değeri ise 960-980 HV<sub>0.1</sub> olarak ölçülmüştür. Ayrıca plazma oksitleme işlemi sonrası elde edilen en yüksek ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri ise 0.55 µm’dir.

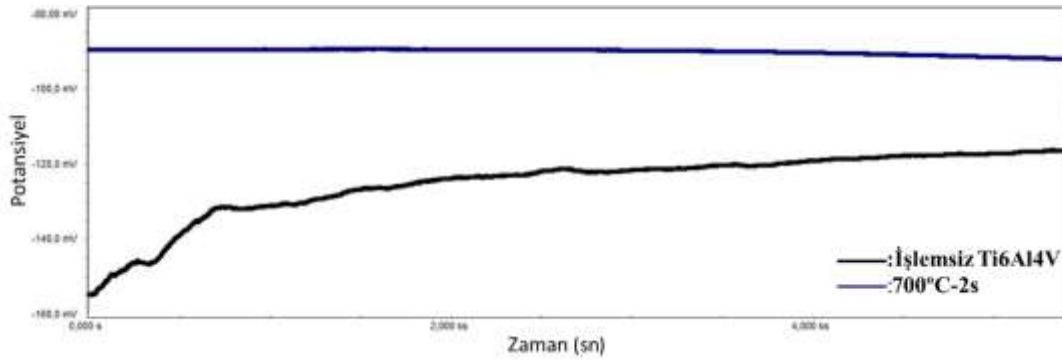


**Görsel 2.** Plazma oksitlenmiş Ti6Al4V malzemesinin kesit SEM görüntüsü

**Çizelge 2.** İşlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V malzemesinin yüzey sertliği, tabaka kalınlığı ve yüzey pürüzlülüğü

	Yüzey sertliği (HV <sub>0.1</sub> )	Oksit tabaka kalınlığı (µm)	Yüzey pürüzlülüğü, R <sub>a</sub> (µm)
700°C-2 s	960-980	5-7	0.50-0.55
İşlemsiz	350-370	-	0.09-0.10

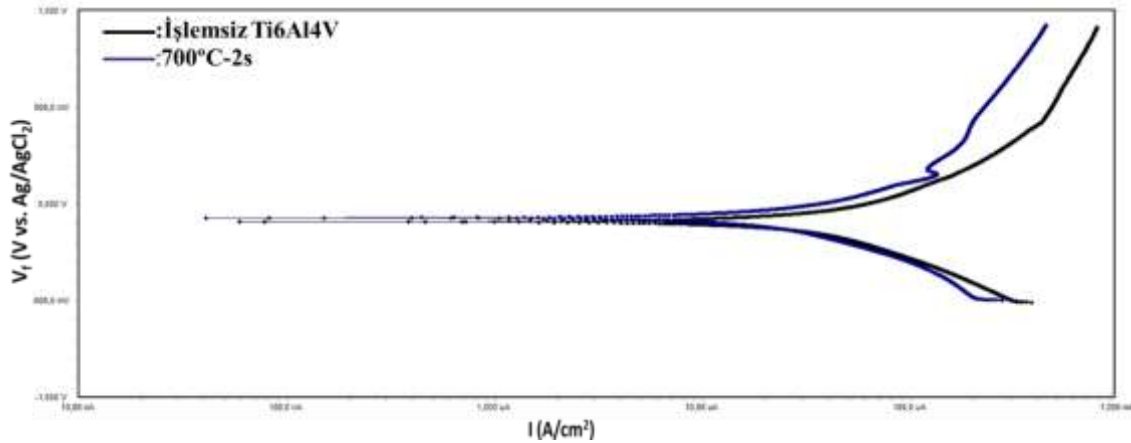
Numunelerin denge potansiyelinin belirlenmesi amacıyla PBS çözeltisi içerisindeki 5400 saniye boyunca açık devre şartlarında tutularak, elde edilen işlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunelerin OCP eğrileri Görsel 3’de görülmektedir. Oksitlenmiş numunelerden elde edilen OCP sonuçlarının, işlemsiz numuneden elde edilen OCP sonuçlarına göre değerlerin daha soy değerlere sahip olduğu Görsel 3’de gözlemlenmiştir. PBS çözeltisinde gerçekleştirilen OCP deney sonuçlarına göre, işlemsiz Ti6Al4V numunesinin ortalama OCP değeri -120 mV olup, daldırma süresinden sonraki 5400 sn süre içinde neredeyse stabilize bir potansiyeldir. Plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin ortalama OCP değeri ise -90 mV’dur. Plazma oksitlenmiş numuneler daha pozitif ve stabil bir eğilim göstermiştir. Bunun nedeni numune yüzeyindeki oksit tabakasının koruyucu olmasından dolayı kaynaklanır.



**Görsel 3.** İşlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin PBS çözeltisinde elde edilen OCP grafiği

İşlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin potansiyodinamik polarizasyon deneyleri PBS çözeltisi içerisinde, 1 (mV/sn) tarama hızında, OCP’ye karşı -0.5 (V) ile 1 (V) tarama aralığında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, korozyon akım yoğunluğu ( $I_{kor}$ ) ve korozyon potansiyeli ( $E_{kor}$ ), polarizasyon eğrilerinden Tafel ekstrapolasyonu ile elde edilir. Görsel 4’te, PBS çözeltisinde yapılan işlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunelerin potansiyodinamik polarizasyon eğrileri ve elde edilen sonuçlar Çizelge.3’de verilmiştir. Görsel 4’de verilen eğrilerden elde edilen anodik ve katodik sabitler ( $\beta_a$  ve  $\beta_c$ ) kullanılarak, eğrilerin polarizasyon direnci ( $R_p$ ) Stern-Geary denklemi [ $R_p = (\beta_a \times \beta_c) / (2.3 \times I_{kor} (\beta_a + \beta_c))$ ] ile belirlenmiştir [16]. PBS çözeltisi içinde yapılan işlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunelerin korozyon davranışları incelendiğinde; işlemsiz numunesinin  $E_{kor}$  (korozyon potansiyel) değeri -120 mV iken, plazma oksitlenmiş numunesinin  $E_{kor}$  değeri -90 mV değerine yükselmiştir. Numunelerin korozyon akım yoğunluğu ( $I_{kor}$ ) değeri işlemsiz Ti6Al4V numunesinin  $2.20 \times 10^{-5}$  A/cm<sup>2</sup> iken, plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin  $I_{kor}$  değeri  $1.42 \times 10^{-5}$

<sup>6</sup> A/cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Elektrokimyasal korozyon deneyleri sonrasında elde edilen değerlerde oksit kaplı numunenin akım yoğunluğunun işlemsiz numuneye kıyasla azalmasına bağlı olarak korozyon direncinin arttığı belirlenmiştir. Stern-Geary denklemi kullanılarak işlemsiz Ti6Al4V numunenin R<sub>P</sub> değeri 0.846 kΩ cm<sup>2</sup> iken, plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin R<sub>P</sub> değeri 1.029 kΩ cm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu durumda plazma oksitlenmiş numunenin polarizasyon direncinin arttığı bulunmuştur. Plazma oksitleme işlemi sonrası Ti6Al4V numunesinde meydana gelen TiO<sub>2</sub> filminin varlığı, işlemsiz numuneye göre korozyon direncini arttırmıştır. TiO<sub>2</sub> yapısının korozyona karşı bariyer görevi yaptığı daha önce yapılan çalışmalardan bilinmektedir [17].



**Görsel 4.** İşlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin PBS çözeltisinde elde edilen potansiyodinamik polarizasyon grafikleri

**Çizelge 3.** İşlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunelerine ait korozyon test sonuçları

İşlem parametreleri	E <sub>kor</sub> (mV)	I <sub>kor</sub> × 10 <sup>-5</sup> (A/cm <sup>2</sup> )	β <sub>a</sub> (V/dec)	β <sub>c</sub> (V/dec)	R <sub>p</sub> (kΩ cm <sup>2</sup> )	Korozyon hızı (mm/yıl)
700 °C-2s	-90	1.42	0.61	0.40	1.029	26.4 × 10 <sup>-6</sup>
İşlemsiz	-120	2.20	1.94	0.55	0.846	69.8 × 10 <sup>-6</sup>

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, alfa-beta faz yapısında olan ve biyomalzeme olarak kullanılan Ti6Al4V alaşımı % 100 O<sub>2</sub> gaz ortamında plazma ile oksitlenmiştir. Plazma oksitleme işlemi 700°C sıcaklıkta 2 saat süre ile yapılmıştır. İşlemsiz ve plazma oksitlenmiş numunelerin yapısal, mekanik ve elektrokimyasal özellikleri incelenmiş olup elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Ti6Al4V alaşımının 700°C-2 saat süre işlem görmüş oksitlenen numunelerde rutil faz kritikal yapıya sahip TiO<sub>2</sub> fazları oluşmuştur.
- Plazma oksitleme sonucu elde edilen ortalama oksit tabaka kalınlığı 6 µm olarak ölçülmüştür.
- İşlemsiz Ti6Al4V numunenin vickers sertlik değeri 350-370 HV<sub>0.1</sub> iken, plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunenin vickers sertlik değeri ise 960-980 HV<sub>0.1</sub> olarak belirlenmiştir.
- Numunelerin denge potansiyellerinin belirlenmesi amacıyla PBS çözeltisi içerisindeki 5400 saniye boyunca açık devre şartlarında tutularak, OCP test sonuçlarına göre plazma

oksitlenmiş Ti6Al4V numunelerin işlemsiz numuneye göre daha soy bir karaktere sahip olduğu görülmüştür.

- PBS çözültisi içerisinde meydana gelen korozyon sonrası işlemsiz ve plazma oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinin potansiyodinamik polarizasyon eğrilerine göre, oksitlenmiş Ti6Al4V numunesinde meydana gelen oksit filminin varlığı, işlemsiz numuneye göre korozyon direncini arttırmıştır.

## KAYNAKÇA

- [1] Bhat, S., & Kumar, A. Biomaterials and bioengineering tomorrow's healthcare. *Biomatter*, 3, e24717, 2013.
- [2] Richard, C., Kowandy, C., Landoulsi, J., Geetha, M., & Ramasawmy, H. Corrosion and wear behavior of thermally sprayed nano ceramic coatings on commercially pure Titanium and Ti-13Nb-13Zr substrates. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, 28, 1, 115-123, 2010.
- [3] Wei, R., Booker, T., Rincon, C., & Arps, J. High-intensity plasma ion nitriding of orthopedic materials: Part I. Tribological study. *Surface and Coatings Technology*, 186, 1-2, 305-313, 2004.
- [4] Saini, M., Singh, Y., Arora, P., Arora, V., & Jain, K. Implant biomaterials: A comprehensive review. *World Journal of Clinical Cases: WJCC*, 3, 1, 52, 2015.
- [5] Agarwal, K. M., Singhal, A., Kapoor, A., & Bhatia, D. Simulated analysis of Ti-6Al-4V processed through equal channel angular pressing for biomedical applications. *Materials Science for Energy Technologies*, 4, 290-295, 2021.
- [6] Gomes, C. C., Moreira, L. M., Santos, V. J., Ramos, A. S., Lyon, J. P., Soares, C. P., & Santos, F. V. Assessment of the genetic risks of a metallic alloy used in medical implants. *Genetics and molecular biology*, 34, 116-121, 2011.
- [7] Lu, T., Qiao, Y., & Liu, X. Surface modification of biomaterials using plasma immersion ion implantation and deposition. *Interface focus*, 2, 3, 325-336, 2012.
- [8] Anders, A. Metal plasma immersion ion implantation and deposition: a review. *Surface and Coatings Technology*, 93, 2-3, 158-167, 1997.
- [9] Chu, P. K. Recent applications of plasma-based ion implantation and deposition to microelectronic, nano-structured, and biomedical materials. *Surface and Coatings Technology*, 204, 18-19, 2853-2863, 2010.
- [10] Lu, T., Qiao, Y., & Liu, X. Surface modification of biomaterials using plasma immersion ion implantation and deposition. *Interface focus*, 2, 3, 325-336, 2012.
- [11] Silva, M. A. M., Martinelli, A. E., Alves Jr, C., Nascimento, R. M. D., Távora, M. P., & Vilar, C. D. Surface modification of Ti implants by plasma oxidation in hollow cathode discharge. *Surface and Coatings Technology*, 200, 8, 2618-2626, 2006.
- [12] Velazquez-Torres, N., Porcayo-Calderon, J., Martinez-Valencia, H., Lopes-Cecenes, R., Rosales-Cadena, I., Sarmiento-Bustos, E., ... & Gonzalez-Rodriguez, J. G. Corrosion resistance of a plasma-oxidized ti6al4v alloy for dental applications. *Coatings*, 11, 9, 1136, 2021.
- [13] Yetim, A. F., Yildiz, F., Vangolu, Y., Alsaran, A., & Celik, A. Several plasma diffusion processes for improving wear properties of Ti6Al4V alloy. *Wear*, 267, 12, 2179-2185, 2009.



- [14] Hacısalihoğlu, I., Yıldız, F., Alsaran, A., & Purcek, G. Wear behavior of the plasma and thermal oxidized Ti-15Mo and Ti-6Al-4V alloys, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 174, 012055, 2017.
- [15] Heakal, F. E. T., Shehata, O. S., & Tantawy, N. S. Degradation behaviour of AZ80E magnesium alloy exposed to phosphate buffer saline medium. Corrosion science, 86, 285-294, 2014.
- [16] Stern, M., & Geary, A. L. Electrochemical polarization I. A theoretical analysis of the shape of polarization curves, 104, 56-63, 1957.
- [17] Kania, A., Pilarczyk, W., & Szindler, M. M. Structure and corrosion behavior of TiO<sub>2</sub> thin films deposited onto Mg-based alloy using magnetron sputtering and sol-gel. Thin Solid Films, 701, 137945, 2020.

## DÜŞÜK REYNOLD SAYILARINDAKİ DİRSEKLİ BORU AKIŞINDA SABİT ISI AKISI SINIR KOŞULU İÇİN SU VE $Al_2O_3$ NANO AKIŞKANIN VE DİRSEK YAPISININ ISIL PERFORMANSA ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Merdin DANIŞMAZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
- 0000-0003-2077-9237

### ÖZET

Bu çalışmada sabit ısı akısı yüzey sınır koşullarındaki boru içi zorlanmış akışta iki farklı akışkanın dirseklili boru akışındaki davranışı incelendi. Bu amaçla akışkan olarak su ve su bazlı  $Al_2O_3$  nano akışkanı kullanıldı. Düşük Re ( $25 < Re < 250$ ) sayılarındaki giriş koşullarında akışkan tam gelişmiş akış koşulları sağlanana kadar düz bir boru boyunca akmakta, sonrasında  $90^\circ$  dönüşe zorlanmaktadır. Çalışılan tüm giriş koşulları için hidrodinamik giriş uzunluğu ve termal giriş uzunluğu koşulunu sağlayacak sürekli akış giriş bölgesi belirlendi. Dirsek sonrası akışın sürekliliğini sağlayacak bir çıkış uzunluğu eklendi. Akış boyunca boru çeperlerinin tümünde sabit ısı akısı uygulandı. Pürüzsüz düz dirsek ve oluklu dirsek olmak üzere iki farklı dirsek için hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) simülasyonu yapıldı ve sonuçlar literatürde olanlarla karşılaştırıldı. Düz borulu su akışında elde edilen lokal ısı transfer katsayısı ve lokal Nusselt sayısının sayısal yöntemlerle uyumlu olduğu belirlenmiştir. Re sayısının ve dirsek yapısının değişiminin ısı taşınım katsayısı, Nusselt sayısı ve çıkış sıcaklığına etkisi incelendi. Düz boru ve dirsek akışlarında Re sayısının artışı ile Nu sayısının arttığı ve böylece ısı transferinin iyileştiği görüldü. Pürüzsüz dirsek yerine oluklu tip dirsek kullanılmasının artan Re sayılarında daha yüksek ısı performans gösterdiği görüldü. Oluklu dirsek akış koşulunda artan Re sayıları için basınç düşüşünün arttığı, türbülans bölgelerinin oluştuğu ve çıkış sıcaklığının iyileştiği belirlendi. Bunlara ek olarak tüm akış koşullarında nano akışkan akışının su akışına göre daha yüksek ısı performans sergilediği belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Dirsek içi akış, ısı taşınım katsayısı, nano akışkan.

### 1. GİRİŞ

Dirsek, çeşitli akış ve borulama uygulamalarında akışın yönlendirilmesi amacıyla kullanılan bir tesisat bileşenidir. Belli giriş koşullarını tanımlanan bir boru akışında uygulama amacına hizmet eden parametrelerin (hız, basınç ve sıcaklık gibi) elde edilmesini sağlayan akışkan aktarım elemanı olarak dirsek kullanımı oldukça yaygındır. Bu aktarım, akış özelliklerinin belirlenmesinde büyük rol oynar. Dirsek tasarımının mümkün olduğu kadar iyi olması arzu edilir. İyi bir tasarım elde etmek için dirsek içindeki akış dağılımını bilmek önemlidir. Bu sayede, dirsek tasarımı için referans olarak kullanılacak akış dağılımına ilişkin tahmin yürütülebilir. Bu çalışma, tasarım için referans olarak kullanılacak böyle bir çözüm elde

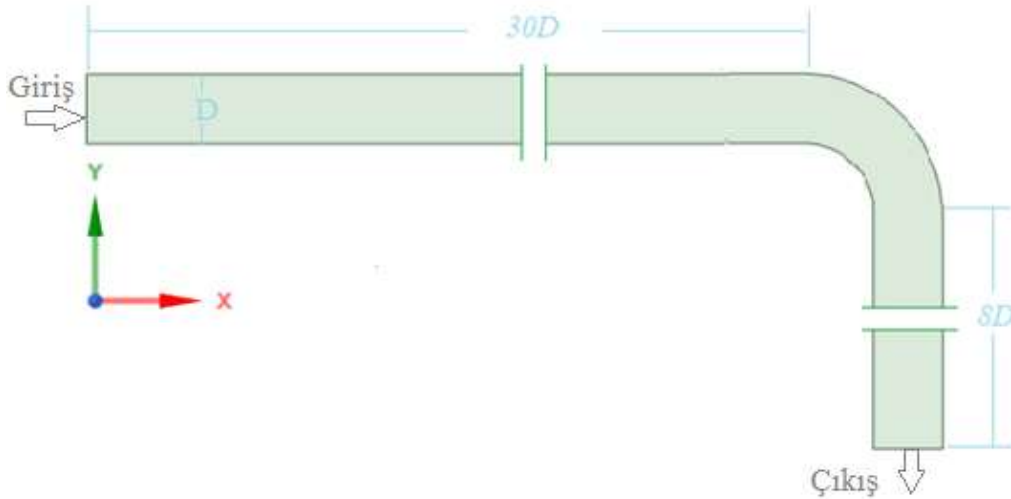
etmek için iki farklı dirsek yapısını incelemeyi amaçlar. Akışkan türü, akış kesiti ve ilave eklentilerin yapıldığı pek çok uygulama literatürde mevcuttur [1] [2]. Pratikte çoğu uygulama düz bir kanalın yanı sıra akışın yönlendirildiği uygulamaları içerir [3] [4]. Akışa yön vermenin yanında farklı özelliklerdeki akışkanların karışımının da yapıldığı standart dirsek akışlar için Dhanenthiran ve ark. [5], hız, basınç ve sıcaklık dağılımlarının gösterildiği Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) temelli bir çalışma yaptı. HAD incelemesi ile desteklenen başka bir deneysel çalışmada [6] 30-90 derece açılardaki dirsek yapılarında türbülanslı akışta basınç düşüşünün değişimi çalışıldı. Dirsek çıkında basıncın 60 °'de maksimum olmak üzere artma eğilimi gösterdiği ve 70°'den sonra kademeli olarak azaldığı belirtildi. Dirsek içerisinde akış simülasyonları göstermek amacıyla üç farklı çözüm modeli kullanılan Piechota Piotr ve ark. 'nın çalışmasında akış ölçer ile yapılan ölçümler ile yaklaşık %5 farkla akış değerleri elde edildiği bildirildi. Ayrıca, hidrolik bir akışta kesit çapı ve dirsekten uzaklığın ilişkisi ortaya kondu. Quamrul Mazumder ve ark. [7], bir dirsek içerisinde akış fenomeninde erozyon davranışını ve parçacık hızının etkisini deneysel ve nümerik olarak inceledi. 25,4 mm çapındaki bir dirsekte %2 su-katı parçacık konsantrasyonda bir akış için dirsek girişinde farklı hız koşulları tanımlandı. Dirseğin belli bölgelerinde korozif etkilerin daha sık olduğu ve hızın başlıca etkenlerden biri olduğunu ifade edildi. Lingling Cai ve ark. [8], 'nın çalışmasında, 90° dirsek boyunca buz paketleme uygulamaları için buz parçacıkları içeren su akışkan olarak seçildi ve akış özelliklerinin değişimi incelendi. İkinci yasa analizi ve merkezkaç etkilerinin bir sonucu olarak dirseğin dış kısmında buz kütlelerinin daha fazla olacağı iddia edildi. Bir başka araştırmada [9], doğalgaz boru hattının dirsek ve T-eklemlerindeki gaz akışında yoğunlaşmış damlacıkların ve katı parçacıkların hareketinin simülasyonu yapıldı. Sıvı ve katı parçacıkların hızları belirlenerek, çarpışma yerindeki çarpma açıları, yoğunlaşan damlacıkların ve katı parçacıkların çapları bulundu.

Yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, boru boyu akışıyla birlikte farklı eğim açılarında dirsek akışı üzerinde çalışmalara yoğunlaşmıştır. Pasif ısı transferi uygulamalarında farklı kanallar için çokça çalışılan geometrik düzenlemeler, dirsek akışı için oldukça sınırlı kalmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada dirsek akışı için pasif ısı transferi iyileştirmeleri yapılarak akış karakteristiği ve ısı performans iyileştirilmesi çalışıldı. Bununla birlikte, ısı aktarma kabiliyeti saf suya daha iyi olan nano akışkanın dirsek akışındaki davranışı incelendi.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

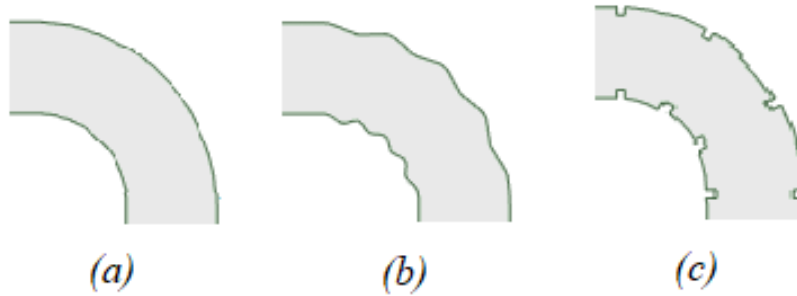
### 2.1. Matematiksel Model

Düz boru ve dirsek bağlantısı için hesaplama alanları, sınırlar ve geometrik parametreler Görsel 1'de gösterilmiştir. Giriş kısmına hız giriş koşulu tanımlandı ve yalnızca Re sayısının bir fonksiyonu olarak değişen laminer akış hızları tanımlandı. Akışın hidrodinamik ve termal olarak çalışılan tüm hızlarda tam gelişmiş sayılabilmesi için ( $L_{giriş} \geq 0,05ReD$ ) [10] çapın 30 katı uzunlukta bir giriş bölgesi seçildi. Bu sayede, gelişmekte olan giriş koşullarının dirsek akışına etkisi engellendi. Basınç çıkışı koşullu çıkış bölgesinden dirsek akışına karışmayı önlemek için çapın 8 katı uzunlukta bir çıkış uzunluğu verildi.



**Görsel 1. Model geometrisi**

Giriş ve çıkış uzunluklarıyla birlikte dirsek cidarları da sabit ısı akısı ( $5000 \text{ W/m}^2$ ) sınır koşulu altındadır. Böylece, akış boyunca ısı transferinin dirsek bölgesine etkisi dengeli olması sağlandı. Aynı hidrolik çapa sahip üç farklı dirsek geometrisi analiz edildi. Tam dönüş sağlayan bu geometrik modeller (a) Pürüzsüz dirsek, (b) Dairesel oluklu ve (c) Kare oluklu olmak üzere seçildi ve Görsel 2’de verildi.



**Görsel 2. Dirsek modelleri**

Kullanılan akışkana ait özellikler Çizelge 1’de verildi [11].

**Çizelge 1. Akışkanlar ve özellikleri**

Akışkan	Özgül ısı [J/kgK]	Yoğunluk [ $\text{kg/m}^3$ ]	Dinamik viskozite [kg/m-s]	Isıl iletkenlik [W/mK]
Su	4182,00	998,20	0,001003	0,6000
Nano akışkan ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	3401,96	1216,64	0,001390	0,7304

## 2.2. Nümerik Yöntem

Kullanılan her iki akışkan (su ve nano akışkan) da sıkıştırılmaz kabul edildiğinden, akışkanın yoğunluğu zaman ve uzamsal etkilerle değişmez. Akışın üç boyutlu ve kararsız sayısal

simülasyonlarını gerçekleştirmek temsil eden standart sıkıştırılmaz Navier-Stokes denklemlerinin en temel formu aşağıdaki gibi verilir [12].

Süreklilik denklemi,

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

Momentumun korunumu denklemleri;

x-momentum denklemi,

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \vartheta \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

y- momentum denklemi,

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \vartheta \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

y- momentum denklemi,

$$u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \vartheta \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \quad (4)$$

Burada, u, v ve w sırasıyla x,y ve yönlerindeki hızları ve  $\vartheta$  ise akışkanın kinematik viskozitesi temsil eder. P basınç ve  $\rho$  akışkanın yoğunluğudur. Akış koşullarını belirlemede kullanılan başlıca parametrelerden biri Reynolds sayısıdır. Akışın eğimi ve Dean sayısı, akışı etkileyen diğer faktörlerdendir. Viskoz, atalet ve merkezkaç kuvvetlerinin etkileri Dean sayısı ile hesaba katılır. Bu boyutsuz ifadeler şu şekilde yazılır;

$$Re = \frac{\rho u_{ort} D_h}{\mu} = \frac{u_{ort} D_h}{\vartheta} \quad (5)$$

$$\delta = \frac{r}{R} \quad (6)$$

$$Dn = Re\sqrt{\delta} \quad (7)$$

Burada  $u_{ort}$  akış boyunca ortalama hızı gösterir.  $D_h$  kanalda akışta hidrolik çapı, R eksenel yarıçapı ve r eksenel yarıçap değişimini temsil eder. Lokal ısı taşınım katsayısı ve Nusselt sayısı aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$Nu_{lokal} = \frac{h_{lokal} D}{k} \quad (8)$$

$$h_{lokal} = \frac{q''}{(T_{cidar} - T_{ort})} \quad (9)$$

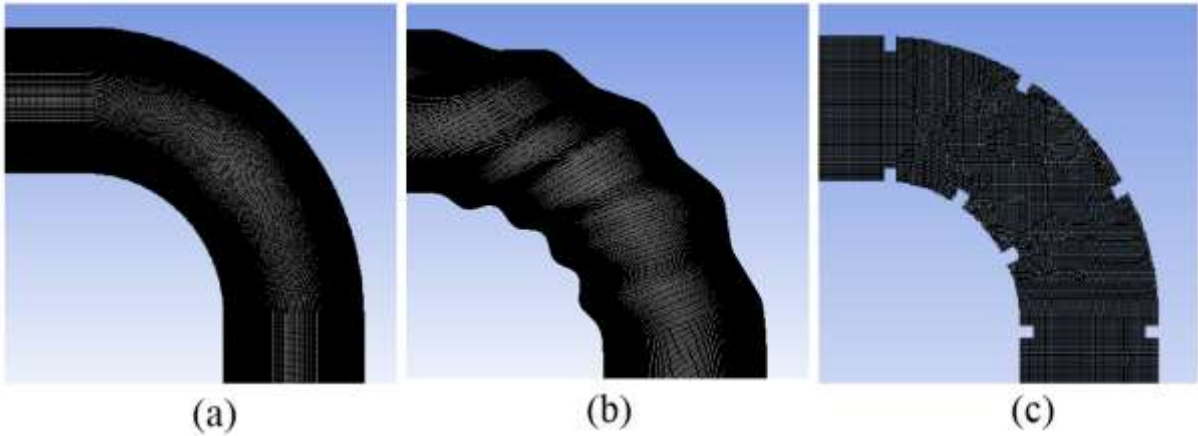
## 2. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

### 2.1. Çözüm Yöntemi,

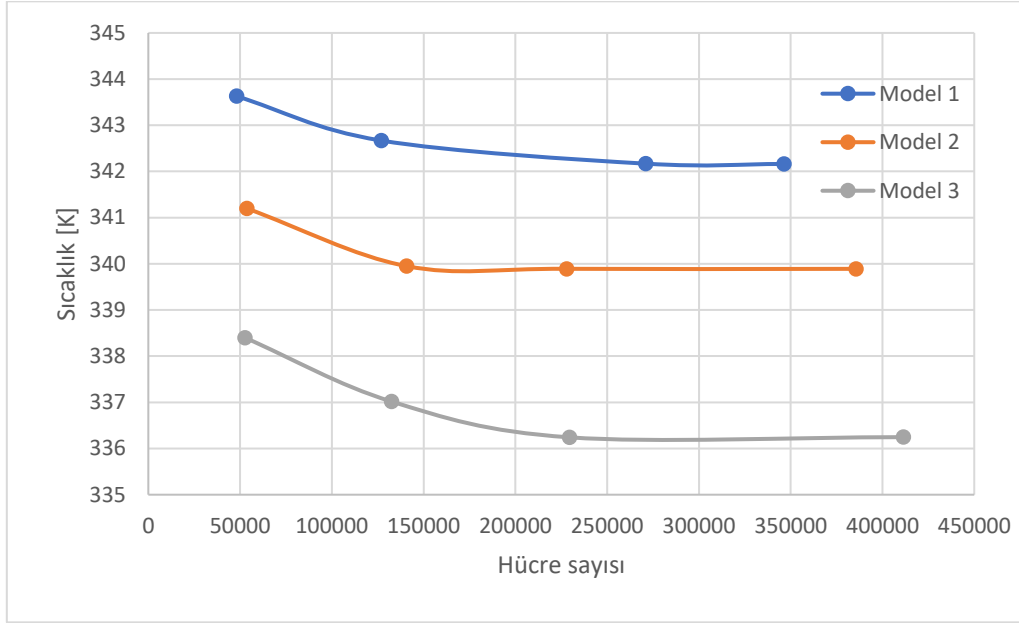
Nümerik analiz ve simülasyon için ANSYS 2020 R2 dinamik yazılımından faydalanıldı. Bu yazılım basınç temelli sonlu elamanlar yaklaşımı kullanan bir hesaplama dayandır ve akış modellemelerinde sıklıkla kullanılır. Sürekli ve 3-boyutlu laminer akış çözümlemesi çözücüyeye uyarlandı. Basınç-hız birleştirme yöntemi için Couple şeması seçildi. Tüm hız bileşenlerinin yanı sıra süreklilik yakınsaması için  $10^{-6}$  ve enerji çözümlemesi için  $10^{-8}$  kriteri getirilerek, çift kesinlikli doğruluk derecesinde (double precision) çözüm tercih edildi.

### 2.2. Hücre bağımsızlığı testi

Analizin, ANSYS Fluent programı tarafından modellendiği şekliyle ayarlanan hücre yapısından bağımsız olması gerekir. Boru boyunca merkezden cidarlara doğru incelen tabaka kalınlığı sağlayan hücresel parçalama yaklaşımı uygulandı. Görsel 3'te dirsek içerisindeki ızgara yapısı gösterilmektedir. Tüm modeller için 4 farklı hücre sayısında analiz yapıldı. Modelin çıkış sıcaklığındaki değişim test edildi. Her model için 3. testten sonra belirlenen hücre sayılarına göre önemli bir değişim (%0,1'in altında) olmadığı görüldü. Görsel 4'te, kullanılan dört farklı hücre sayısı analizinin sonuçların hücre yapısından bağımsız olması için yeterli olduğunu gösteren bir bağımsızlık testi sunuldu. Analiz süresini ve bellek kullanımını asgari tutmak amacıyla, sonraki tüm analizlerde 3. koşullarda sunulan hücre sayısındaki modeller kullanıldı. Bu sayılar, model 1 için 270900, model 2 için 227800 ve model 3 için 229600 şeklindedir.



Görsel 3. Sonlu eleman modeli a) model 1 b) model 2 c) model 3

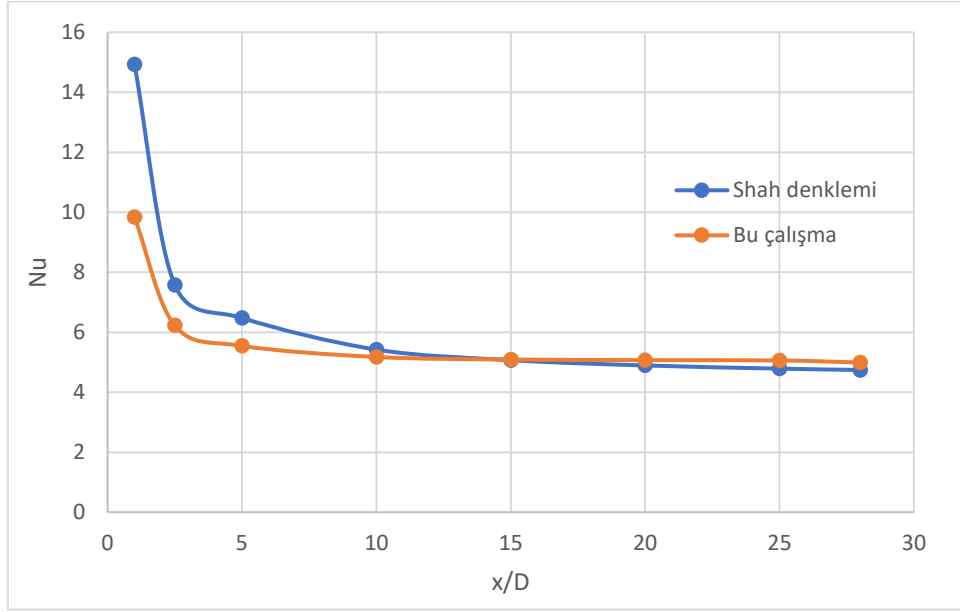


**Görsel 4. Hücre bağımsızlığı testi**

### 2.3. Validasyon

Giriş bölgesindeki eğimsiz akışın validasyonu amacıyla laminer boru akışında iyi bilinen Shah denklemi kullanıldı [13]. Elde edilen sonuçların oldukça uyumlu olduğu ve değerlerin birbirine yakın olduğu görüldü. Görsel 5’te bu karşılaştırma verildi.

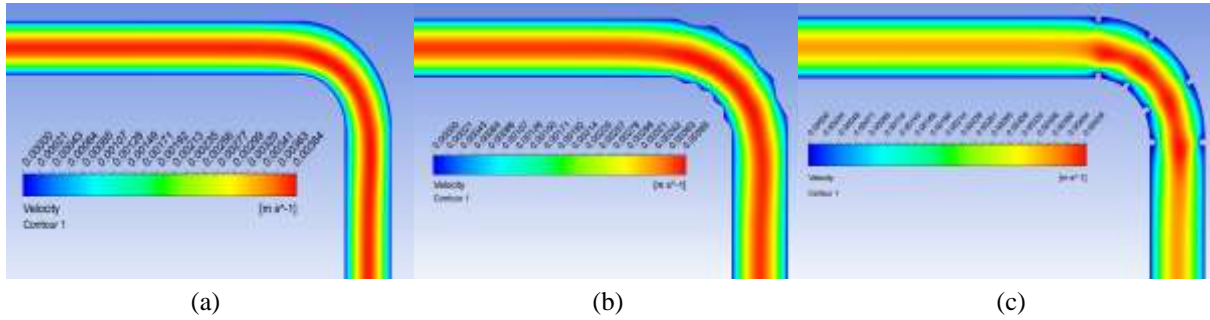
$$Nu = \begin{cases} 1,953 \left( RePr \frac{D_h}{x} \right)^{1/3} & \left( RePr \frac{D_h}{x} \right) \geq 33,3 \\ 4,364 + 0,0722 RePr \frac{D_h}{x} & \left( RePr \frac{D_h}{x} \right) < 33,3 \end{cases} \quad (10)$$



**Görsel 5. Validasyon**

#### 2.4. Hız kontürleri

İncelen üç model için elde edilen hız kontürleri Görsel 6’da verildi. Pürüzsüz dirsek akışında ortaya çıkan hız kontürleri düzlemsel boru akışına benzer şekilde merkezde bir maksimuma ulaşmak üzere cidarlara doğru azalan bir gradyan oluşturmaktadır. Model 2’de bu durumun cidar etkisi ile değişmeye başladığı ve model 3’te hız gradyanının ısı transferini olumlu yönde etkilemek üzere değiştiği görülmektedir.

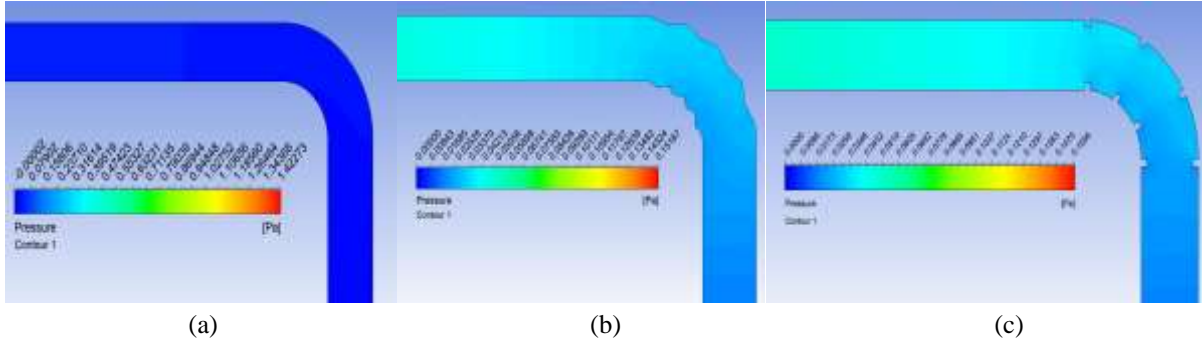


**Görsel 6. Hız kontürleri a) model 1 b) model 2 c) model 3**

#### 2.5. Basınç kontürleri

Hız kontürlerine benzer şekilde basınç gradyanlarının akış bölgelerine göre dağılımları Görsel 7’de verildi.

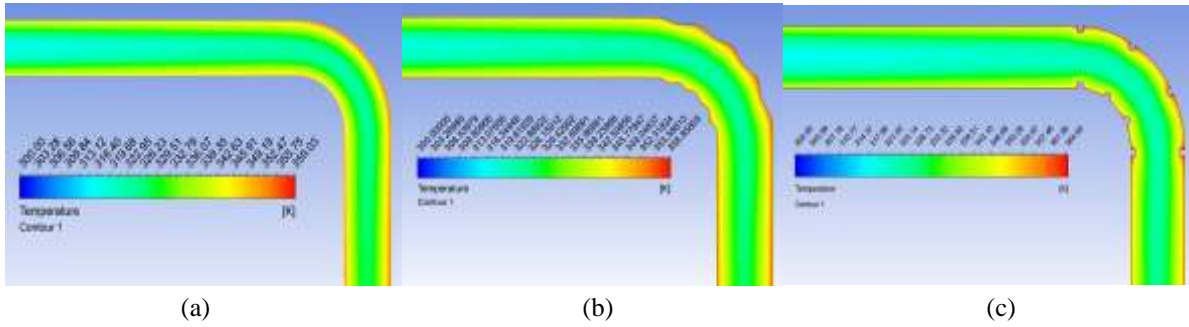




Görsel 7. Basınç kontürleri a) model 1 b) model 2 c) model 3

## 2.6. Sıcaklık kontürleri

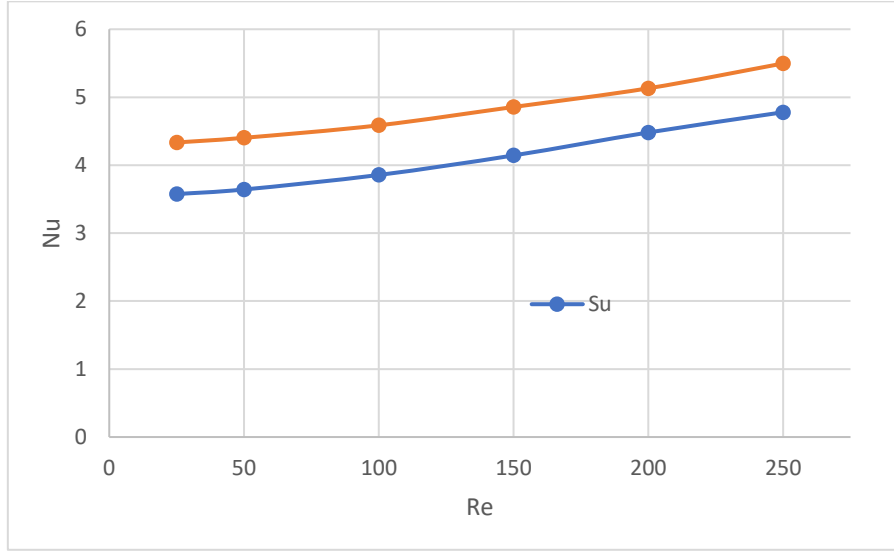
Yüzye sabit ısı akısı sınır koşulu çalışmaları, çoğunlukla ısı transferi uygulamaları için kullanılmakta ve mümkün olan en fazla ısı transferinin sağlanması amaçlanmaktadır. Çalışmaya konu olan üç farklı model için elde edilen sıcaklık kontürleri Görsel 8’de verildi. Akışkanın yüzeyden daha fazla ısı süpürmesi çıkışta daha yüksek akışkan sıcaklığını doğurmaktadır. Pürüzsüz akış sağlayan model 1’e kıyasla en iyi ısı nüfuziyet model 3’te olmak üzere model 2’de de ısı transferi etkisinin arttığı görüldü.



Görsel 8. Sıcaklık kontürleri a) model 1 b) model 2 c) model 3

## 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Isı transferinin iyileştirilmesi çalışmalarında boyutsuz Nu sayısı temel değerlendirme kriterlerinden bir olmaktadır. Cidarlarında sabit ısı akışı uygulanan bir kanal akışında cidar ve yüzey arasındaki ısı taşınım katsayısı Nu sayısının büyüklüğünü tayin etmede önemlidir. Akışın yönlendirildiği dirsek bölgesinde pürüzlü yüzeyler oluşturmanın ısı taşınım katsayısını artırdığı anlaşıldı. Bu bölgede ısı taşınım katsayısının artması çıkışta Nusselt sayısının artmasına neden oldu. Isı transfer performansları karşılaştırılan üç farklı dirsek geometrisi için en iyi performansın kare kesitli oluklu cidarlara sahip olan model 3 için olduğu görüldü. Temel akışkanın su yerine baz akışkanı su olan  $Al_2O_3$  nanoparçacıklarıyla oluşturulan nano akışkana göre değerlendirilmesi Görsel 9’da verildi.



**Görsel 9. Akışkan türlerine göre ısı transferi karşılaştırması**

Suya göre daha yüksek ısıl iletkenliğe sahip olan nano parçacıklar ile oluşturulan nano akışkanlar, çoğu baz akışkandan daha yüksek ısıl performans gösterir. Su bazlı nona akışkan ile elde edilen Nu ifadesinin incelenen tüm akış formalarında daha yüksek performans gösterdiği görüldü.

Isı transferi için pasif iyileştirmelerde öncelikle akış kanalının geometrisinde düzenleme yoluna gidilir. Bu durumun akışın yön değiştirdiği bölgeler için de sağlanabileceği anlaşıldı. Bununla birlikte, iş akışkanının ısıl özellikleri en iyi ısıl verimin elde edilmesinde önemli bir parametre olarak dikkate alınması gerektiği görüldü.

**Teşekkür:** Bu çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Tarafından Desteklenmiştir. Proje numarası: MMF.A4.22.019.

### **KAYNAKÇA**

- [1] W.-T. Ji, A. M. Jacobi, Y.-L. He ve W.-Q. Tao, «Summary and evaluation on single-phase heat transfer enhancement techniques of liquid laminar and turbulent pipe flow,» *International Journal of Heat and Mass Transfer*, pp. Volume 88Pages 735-754, September 2015.
- [2] M. U. Sajid ve H. M. Ali, «Recent advances in application of nanofluids in heat transfer devices: A critical review,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. Volume 103,Pages 556-592, April 2019.
- [3] C. Ning, Y. Li, P. Huang ve H. S. a. H. Sun, «Numerical Analysis of Single-Particle Motion Using CFD-DEM in Varying-Curvature Elbows,» *Journal of Marine Science and Thecnology*, pp. 10, 62. , 2022,.
- [4] M. R. Saffarian, M. Moravej ve M. H. Doranehgard, «Heat transfer enhancement in a flat plate solar collector with different flow path shapes using nanofluid,» *Renewable Energy*, pp. Volume 146 Pages 2316-2329, February 2020,.
- [5] M. Dhanenthiran, S. T. Ubahara ve R. Rishaba, «CFD Analysis Of Hot And Cold Steam Flow In An Elbow,» *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, pp. Volume: 07 Issue: 03. 1220-1230, Mar 2020.

- [6] X. Meng, C. Qin ve J. Li, «Pressure distribution and similarity theory of an elbow flowmeter based on experiments and CFD simulations,» *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, pp. Volume 45, Article number: 21, 2023.
- [7] M. Quamrul, N. V. Teja ve M. Fardeen, «Comparison of Characteristic Particle Velocities in Solid-Liquid Multiphase Flow in Elbow,» *International Journal of Thermofluids*, pp. Volumes 5–6, 100032, August 2020.
- [8] L. Cai, Z. Liu, S. Mi, C. Luo, K. Ma, A. Xu ve S. Yang, «Investigation on flow characteristics of ice slurry in horizontal 90° elbow pipe by a CFD-PBM coupled model,» *Advanced Powder Technology*, pp. Volume 30, Issue 10, Pages 2299-2310, October 2019.
- [9] Y. Doroshenko, J. Doroshenko, V. Zapukhlyak, L. Poberezhny ve P. Maruschak, «Modeling Computational Fluid Dynamics Of Multiphase Flows In Elbow And T-Junction Of The Main Gas Pipeline,» *Transport*, p. Volume 34 Issue 1: 19–26, 2019.
- [10] Y. Ç. a. A. Ghajar, *Heat and Mass Transfer: Fundamentals and Applications*, McGraw-Hill Education (Asia); 5. Edition, 16 Eylül 2014.
- [11] H. Dawood, H. Mohammed ve K. Munisamy, «Heat transfer augmentation using nanofluids in an elliptic annulus with constant heat flux boundary condition,» *Case Studies in Thermal Engineering*, pp. Volume 4, Pages 32-41, November 2014.
- [12] F. Han, M. C. Ong, Y. Xing ve W. Li, «Three-dimensional numerical investigation of laminar flow in blind-tee pipes,» *Ocean Engineering*, pp. Volume 217, 1 107962, December 2020.
- [13] D. Wen ve Y. Ding, «Experimental investigation into convective heat transfer of nanofluids at the entrance region under laminar flow conditions,» *International Journal of Heat and Mass Transfer*, pp. 47, 5181–5188, 2004.

## KARŞIT AKIŞLI TAHIL KURUTUCULARINDA HAVA SİRKÜLASYONUNUN İKİ BOYUTLU SİMÜLASYONU

Dr. Öğr. Üyesi Merdin DANIŞMAZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
- 0000-0003-2077-9237

### ÖZET

Hasadı yapılan tahılın depolama ömrünün artırılması için nem içeriğinin kabul edilebilir seviyelere (genellikle < %15) indirilmesi gerekir. Yığın kurutma prosesinde karışan karşıt akışlı havayla kurutma en yaygın ve geleneksel yöntemlerden biridir. Kurutucu yatağına yerleştirilen hava kanalları sayesinde üretilen hava akışı, tahılların içerisinden tahıl akışına ters yönde akmaya zorlanır. Tahılların içerdiği nem zorlanmış taşınım yoluyla dışarıya atılır. Ancak, kurutuculara yerleştirilen hava kanallarının hem tahıl akışını engellememesi hem de mümkün olan en iyi kurutma performansını sağlaması beklenir. Bu çalışmada, karşıt akışlı bir tahıl kurutucu için hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) modellemesi yapıldı ve kurutma kanalları geometrisinin prosese etkisi incelendi. 2-boyutlu akış modellemesi için Fluent programı kullanıldı. Gözenekli ortam olarak modellenen tahıl bölgesindeki hava akışı, kurutucu hava kanallarının üç farklı geometrisi (dairesel, açısız ve düz) için hesaplamaya dahil edildi. Tahıla karışmayan havanın dolaştığı kanalları için sabit sıcaklık sınır koşulu uygulandı. Ek olarak, farklı hava akış hızlarının kurutma prosesindeki davranışı irdelendi. Elde edilen sonuçlar, nem atma için yeterli çıkış havasının gözenekli ortamın yapısına ve akış geometrisine bağlı olduğunu gösterdi. Öngörülen gözenekli ortam koşulu için önerilen dairesel kenar düzenlemesi, artan Re sayılarında en etkin ısıtma koşullarını verdiği belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Tahıl kurutucu, kurutma, karşıt akış, gözenekli ortam

### 1. GİRİŞ

Hasadı yapılan tahıl ürünlerinin içerdiği nem genellikle uzun süreli depolama için elverişli değildir. Tahıl ürüne göre uygun sıcaklık ve akış koşullarında nemden arındırılması gerekir. Güneşte kurutmada yeterli kontrolün sağlanamaması, kurutma süresinin uzun ve belirsiz olması, ürünün toprak ve tozla kirlenmesi, kurutulan ürünlerin homojen olmaması ve geniş alan gereksinimleri kurutma işleminde teknolojik cihaz kullanımını gerektirmektedir. Karşıt akışlı tahıl kurucular bu amaçla kullanılan geleneksel cihazlardan biridir [1]. Nemli tahıllar

kurutucuya üstten yüklenir ve alt kısımlara doğru ağırlığının etkisiyle akması sağlanır. Kurutma havası ise eş zamanlı olarak kurutucu içinde alttan yukarıya doğru bir akışa zorlanır. Sıcak hava tahıl yığınının içinden geçerken tahıl yüzeylerinde taşınım yoluyla ısı transferine yol açar. Bu şekilde tahıldan çekilen nem hava akışı ile kurutucu dışına atılır. Tahılın kurutucuya doldurma hızı, yığın yoğunluğu, gözeneklilik ve geçirgenlik kurutma prosesine etki eden temel etkenlerdendir [2]. Birçok araştırmacı çeşitli zirai ürünlerin kurutma proseslerindeki etkin parametreler üzerinde çalışmıştır [3] [4] [5]. Mısır kurutma uygulaması üzerine yapılan bir çalışmada [6], % 14 - 20 nem içeriği ve 30-60 C kurutma havası sıcaklığının kurutma prosesine etkisi incelendi. Tahıl yatağındaki basınç düşüşünün artan kurutma havası hızı ile arttığı sonucuna varıldı. Ayrıca, nem içeriğinin ve hava sıcaklığının azalması ile akış hızına karşı direncin arttığı görüldü. Motevali A. ve Ark. [7], Roma papatyasının kurutulmasında enerji, termal ve kurutma verimliliklerinin sıcaklık ve hava akış hızı ile ilişkilerini inceledi. Araştırma çıktısı olarak, kurutucuya sıcak hava akışı eklemek, tek başına kurutucudan daha düşük verimlilik ve daha yüksek özgül enerji gereksinimi ortaya çıkarıldı. Kamon Ponkham ve Arkadaşları [8], kızılötesi ışıma ve hava taşınımlı kurutma sırasında ananas halkası davranışı araştırdı. Difüzyon katsayısının ışıma yoğunluğu ve hava sıcaklığından etkilendi, ancak hava hızından önemli ölçüde etkilenmediği belirtildi. İdeal bir tahıl kurutucu tasarımı için tahılların ısı ve kütle transferi, nem difüzyonu, aktivasyon enerjisi ve enerji tüketimi gibi fiziksel ve termal özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Küçük taneli tahıllar için gözenekli ortam yaklaşımı ile çalışmalar yapılmaktadır [9].

Bazı diğer çalışmalarda kurutmayı daha ekonomik kılcak ilave sistemler kullanılmasını önermektedir. Scaar ve Arkadaşları, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) temelinde oluşturulan sayısal model ile karma akışlı bir kurutucudaki hava akışı dağılımını ve farklı yatak malzemeleri ile hava kanalı düzenlemelerinin etkisini incelemeyi amaçladı. Bu çalışmada, yatay hava kanalları düzenlemesinde bir giriş ve dört çıkış yerine bir giriş 2 diyagonal çıkış düzenlemesinin kurutucu performansını yarı yarıya azalttığı belirtildi. Çift yataklı karma akışlı bir kurutucunun simülasyon çalışmasında [10], kurutucudaki havanın akma yönünü değiştirerek havanın tahıl yatağında daha fazla zaman geçirmesi sağlandı. Yapılan modellemelerde havanın gözenekli ortamdan geçme kabiliyeti olarak ifade edilen içsel geçirgenliğin akışa doğrudan etkisi olduğu vurgulandı. Farklı tahıl kurutucularında bu yolla akış modellemesi mümkün kılındı. Bu parametre yalnızca yığın türüne bağlıdır ve incelemede doğru sonuçlar vermektedir.

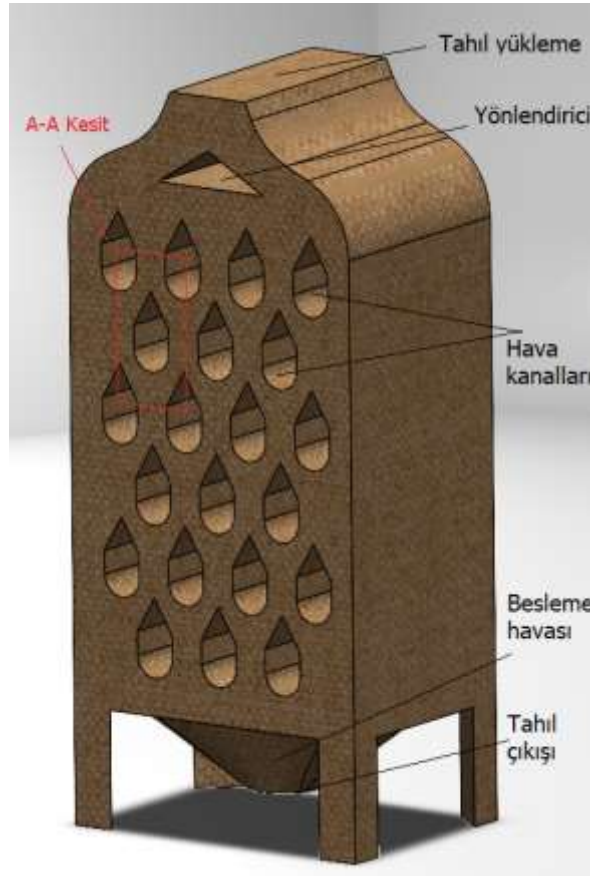
Depolama gerektiren tahıl ürünlerinin türüne bağlı olarak çeşitli kurutucu tasarımları literatürde çokça çalışıldı. Ancak, boyut ve şekil yönünden farklı özelliklere sahip tahıl türleri için en uygun geleneksel kurutucu tasarımı eforları devam etmektedir. Bu çalışma, boyut ve şekil faktörlerini gözenekli ortam yaklaşımı ile incelemek ve ortalama gözenekli bir ortam için kurutma havası kanallarının etkisini belirlemeyi amaçlar. ANSYS Fluent yazılımı kullanarak gözenekli ortamda kurutma kanallarının modellenmesi yapıldı. Kanal duvarları, bir dış kaynaktan sağlanan enerjiyle sabit sıcaklık sınır koşulunda tutulduğu kabul edildi. Tahılın

akmasına olanak sağlayan üç farklı kanal açısında kurutucu boyunca basınç düşüşü ve buna bağlı diğer akış parametreleri simüle edildi.

## 2. UYGULAMA VE YÖNTEM

### 2.1. Geometri ve Modelleme

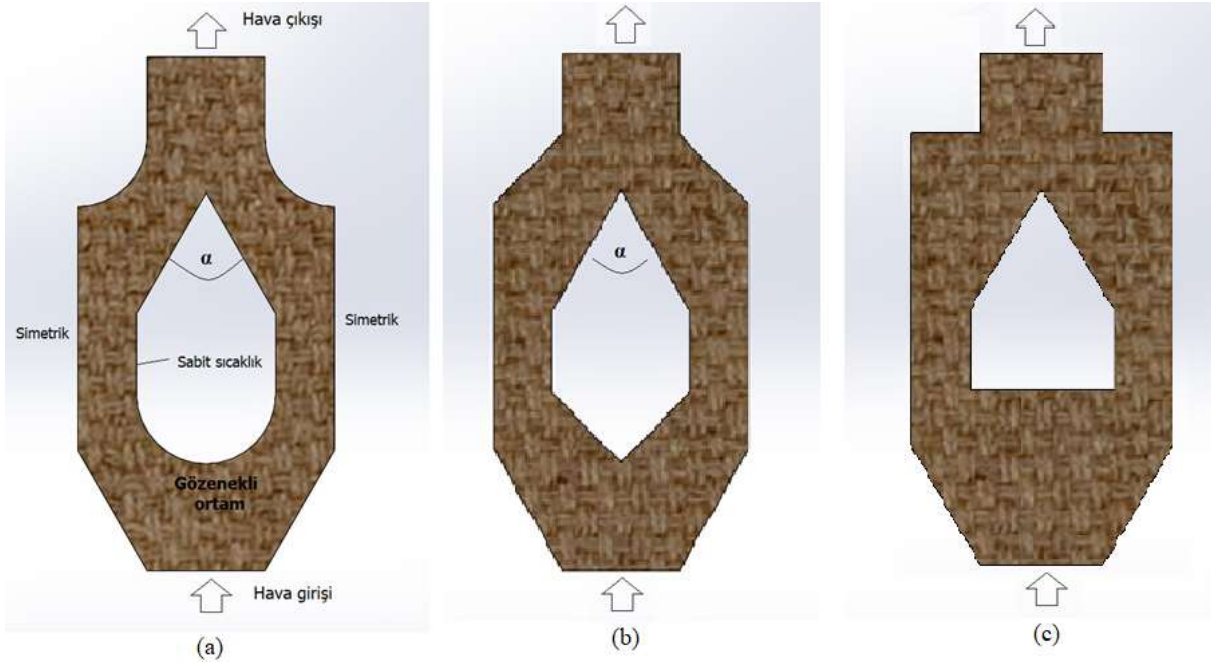
Tahıl kurutucular genellikle 1 atm basınç altında ve ortam sıcaklığında bulunmaktadır. Akış koşulları tahıl yükleme durumu ve sağlanan besleme havası özellikleri sayesinde belirlenir. Geleneksel hava kurutucularında, üst kısımdan yüklenen tahıl kendi ağırlığı ile aşağıya doğru akarken kurutma havası alt kısma yerleştirilen bir fan sayesinde yukarıya doğru akmaya zorlanır. Her iki akışı da yönlendiren ve kurutma prosesine katkı sağlayan hava kanalları belirlenen ortam havası sınır koşullarında bulunur. Görsel 1’de bu durum şematik olarak verilmiştir. Kurutucu alt ve üst kısımlarında hem tahıl hem de hava akışı için kanallara doğru yönlendirme yapan plakalar bulunmaktadır. Böylece, her kanal için benzer akış koşullarının olması sağlanır.



**Görsel 7. Tahıl kurutucu ve temel kurutma prosesi**

Tahıl yığını gözenekli bir ortam olarak dikkate alındığında, farklı tahıl türleri için geçirgenlik koşullarında değişiklik yapılarak hava koşullarında iyileştirme çalışması yapılması mümkündür. Kurutucu boyunca akış ve kurutma prosesini temsil eden bir kesit belirlendi. Hava, 15 cm genişliğindeki girişten akış bölgesine girer ve kurutma kanalı boyunca 32 cm bir genişliğe genişleyerek yukarı doğru akar. Çıkış kanalı ise giriş kesiti ile aynı genişliktedir. Bu tür akış modellerinde geçirgenlik yatay ve düşey yönlerde birbirinden farklıdır. Çoğunlukla yatay yöndeki geçirgenliğin düşeye göre daha yüksektir. Bu durumda ortam

izotropik olarak düşünülemez [11]. Tasarlanan modelde sabit hava kanalları etrafında akış düşünüldü ve yan çeperler için simetri koşulu tanımlandı. Hava kanalları ise 37°C sabit sıcaklıkta tutulmaktadır. Kanal ve akış geometrisinde boyut oranları korunarak üç farklı (daireysel, açısız ve düz kenar) incelendi. Belirtilen kanal düzenlemeleri, 2 boyutlu bir modelleme olarak Görsel 2’de verildi.



**Görsel 8. Akış kesiti boyunca kanal modelleri a) Dairesel b) Açısız c) Düz**

## 2.2. Hava Akışını Yöneten Denklemler

Akışın sürekli ortam ve sıkıştırılmaz akış koşullarında olduğu kabul edildi. Enerji denklemleri için sabit sıcaklıklı akış koşulları düşünüldü. Bu durumda süreklilik denklemi denklem (1)’deki gibi yazılabilir.

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0 \quad (1)$$

Burada  $\mathbf{u} = [u, v]$  iki boyutlu akış için hız vektörünü temsil etmektedir. Gözenekli ortamdaki akışkan akışı için temel model Darcy yasası ile tanımlanmaktadır. Yerçekimi etkisini göz ardı ederek hız ifadesi denklem (2) ile tanımlanır.

$$\mathbf{u} = \frac{1}{\mu} K \nabla p \quad (2)$$

Burada  $\mu$  akışkanın dinamik viskozitesi ve  $p$  hava basıncıdır. Tipik tahıl kurutucularda kurutma havası için basınç farkı genellikle 1 kPa’ın altındadır. Darcy kanunu, yavaş akışlar için geliştirilmiştir ve kurutuculardaki nispeten hızlı akış koşullarını tam olarak karşılamamaktadır. Bu nedenle, basınç değişiminin yüksek hızlı atalet kuvvetlerini de hesaba katarak yeniden yazılması gerekir. Bu ilişki Forchheimer tarafından önerildi ve basınç gradyanı, Ergün (1952) ifadesiyle denklem (3)’deki gibi yeniden tanımlandı [12].

$$\nabla p = -\frac{\mu}{K} \mathbf{u} - \left[ (1,75/\sqrt{50\varepsilon^3}) \varepsilon \rho_{hava} / \sqrt{K} \right] \rho_{hava} \mathbf{u} |\mathbf{u}| \quad (3)$$

Akış boyunca transfer edilen ısı, kurutma havasının taşıdığı ısıyı ifade etmektedir ve denklem (4)'te verildi.

$$\dot{Q} = \dot{m}C_{hava}(T_{\text{çıkış}} - T_{\text{giriş}}) \quad (4)$$

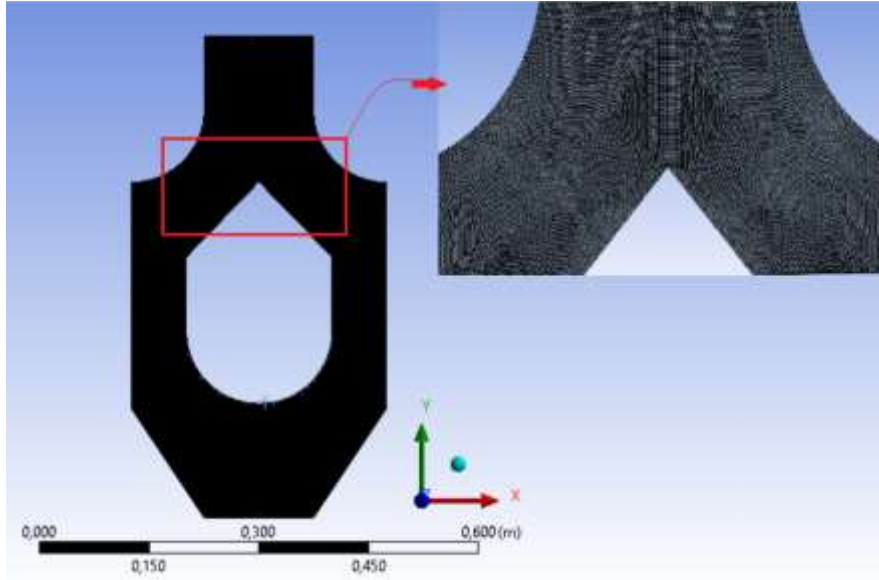
Akış için kullanılan havanın özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1. Kurutma akışkanının özellikleri**

Akışkan	Sıcaklık [°C]	Yoğunluk [kg/m <sup>3</sup> ]	Dinamik viskozite [Pa.s]	Özgül ısı [J/kgK]	Isıl İletkenlik [W/mK]
Hava	27	1.225	$1.7948 \times 10^{-5}$ Pa.s	1006.43	0.0242

## 2.2. Mesh Bağımsızlığı Testi

Model için artan hücre sayısına göre 4 farklı sonlu hacim uygulaması yapıldı. Her uygulamada çeperlerde daha yoğun olmak üzere 18575, 77364, 125833 ve 175422 toplam hücre sayılarında değerlendirme analiz yapıldı. Hücrelerine ayırma dağılımı Görsel 3'te verildi.



**Görsel 9. Sonlu elemanlarına ayırma**

Çıkış parametresi olarak belirlenen basınç farkı ve ortalama çıkış sıcaklığı koşulları üçüncü hücresel analizden sonra önemli oranda değişmediği görüldü. Görsel 3, bu değerlendirmeyi



sunmaktadır. Bu nedenle, analiz süresi ve bilgisayar belleği problemleriyle karşılaşmamak için bundan sonraki analizlerde 125833 hücre sayısındaki hesaplamalar ile devam edildi.



**Görsel 10. Hücre sayısına bağımlılık**

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

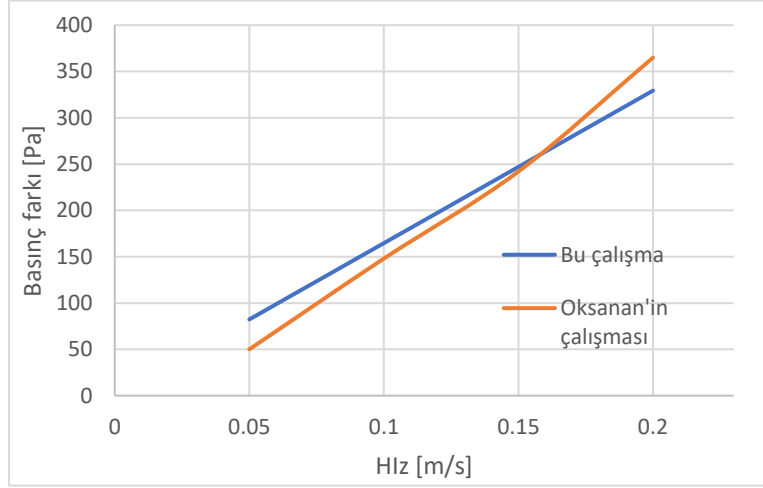
#### 3.1. Simülasyon Ayarları

Sistem hem yatay hem de düşey yönde sürekli bir ortam olarak modellendi. Hava modelin altından bir giriş hızı ile girer ve 37 °C sabit sıcaklıktaki havalandırma kanalları yüzeyinden akarak üst kısımdan ayrılır. Hız ve momentum korunumu için  $10^{-4}$  ve enerji korunumu için  $10^{-6}$  yakınsama kriteri sağlandı. Süreklilik denklemi  $10^{-9}$  hata ile sonuçlandı. Gözenekli ortam ahşap, hava kanalları çelik ve akışkan hava olarak sisteme tanımlandı. y-yönündeki geçirgenlik x-yönündekinin dörtte üçü olarak sisteme tanıtıldı. Simülasyon, her üç modda da normal giriş havası hızını 0,05 m/s'den 0,25 m/s'ye değiştirerek beş kez yapıldı. Uzamsal ayrıklaştırma tüm parametreler için ikinci dereceden olmak üzere basınç-hız ilişkili çözüm yöntemi Couple olarak seçildi. Başlangıç yakınsaması Hybrid olarak alındı. Bu çalışma

için 32 GB RAM ve 10 çekirdekli i7 işlemcili bir bilgisayar kullanıldı. Her koşturma yaklaşık 35 dakika sürdü.

### 3.2. Model ve Çözümün Doğrulanması

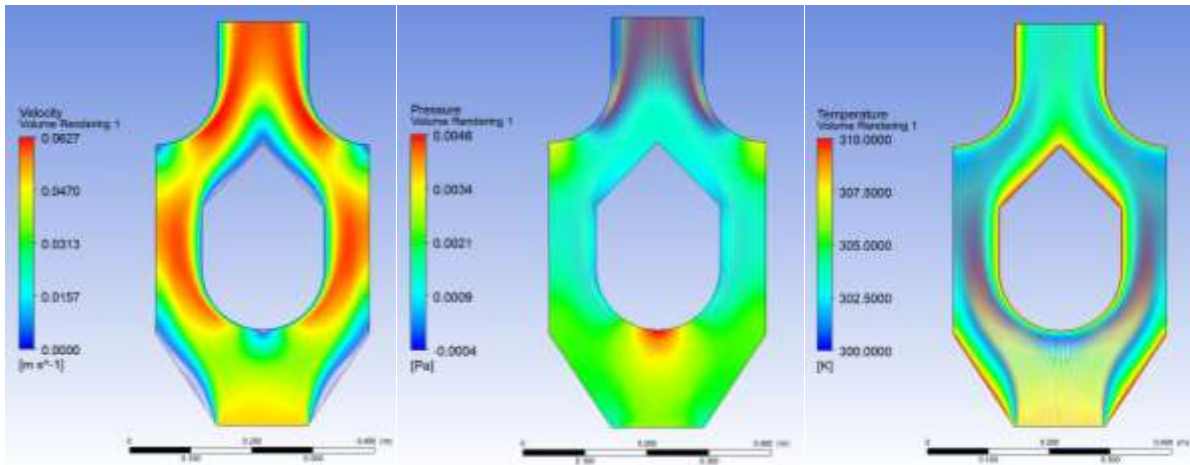
Açısal kenar modellemesi ile yapılan incelemeler, literatürdeki benzer modelleme olan Timo Oksanen'in çalışması [10] ile karşılaştırıldı. Düşük Re sayılarında gözenekli ortamda elde edilen sonuçların birbirine yakın olduğu görüldü.



Görsel 11. Model doğrulanması

### 3.3. Gözeneksiz Ortamda Akış Parametreleri

Modellenen geometride serbest hava akışının davranışını göstermek amacıyla önerilen sistemle aynı başlangıç ve sınır koşullarında gözeneksiz ortam için analiz yapıldı. Elde edilen hız, basınç ve sıcaklık kontürleri Görsel 6'da verildi. Akışkan akışı kanal yüzeylerinden dengeli olarak çıkışa yönelir. En fazla basınç düşüşü beklendiği gibi çıkış bölgesinde olmaktadır. Sabit sıcaklıktaki kanallar, akışa kanal boyunca etki etmekte ve kurutma etkisini belirlenen bölgenin tamamında artırmaktadır.



(a)

(b)

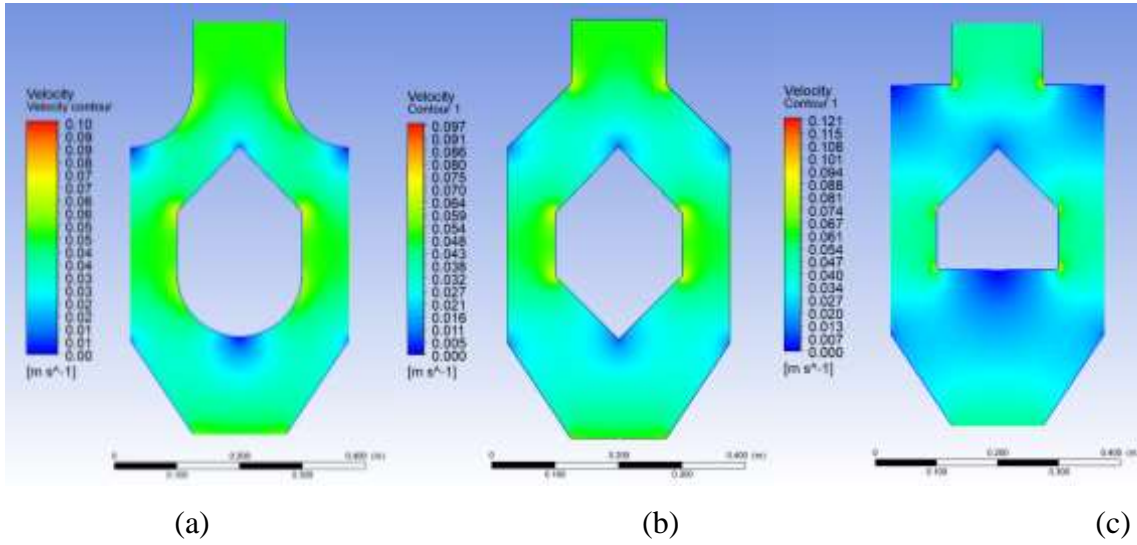
(c)

Görsel 12. İçi boş kanal akışı kontürleri a) Hız b) Basınç c) Sıcaklık

### 3.4. Gözenekli Ortamda Akış Parametreleri

#### 3.4.1. Hız Kontürleri

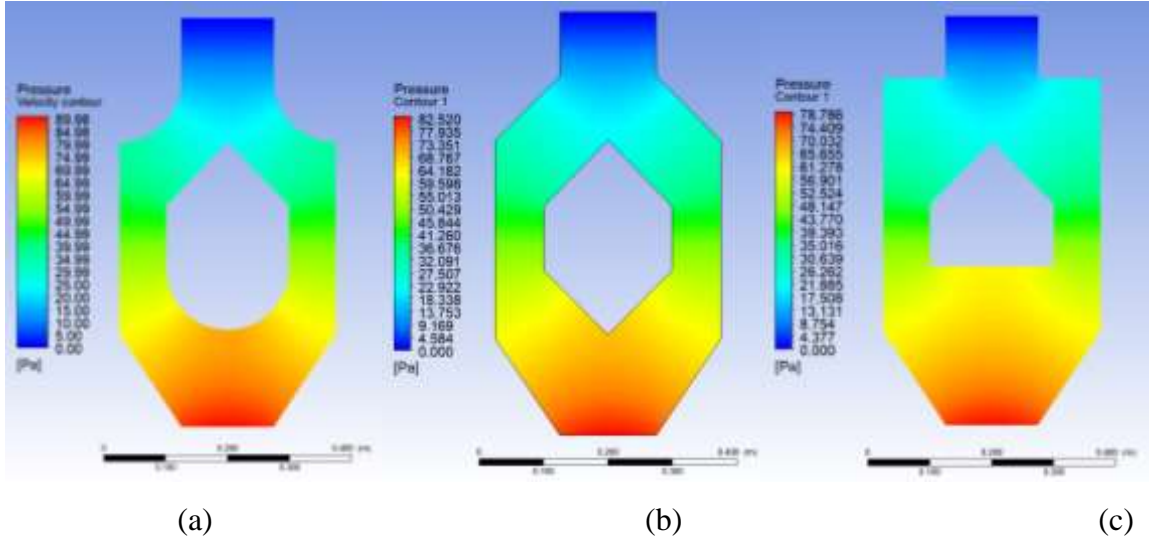
Modellenen üç model için 0,01 m/s normal giriş hızında akış bölgesinde ortaya çıkan hız kontürleri Görsel 7'deki gibidir. Kurutma prosesi boyunca hava akışının kesintisiz ve kontrollü olarak yukarı yönlü akması önemlidir. Düz kenarlı kanal modelinde basınç dağılımının akışa engel olacak şekilde düzensiz olduğu açıkça sergilendi. Açısal modelde akışın sürekliliği kısmen sağlanmasına rağmen en yüksek çıkış hızı ve düzgün hız dağılımının dairesel kenar medellemesinde olduğu görülmektedir.



**Görsel 13. Hız kontürleri a) Dairesel b) Açısal c) Düz**

#### 3.4.2. Basınç Kontürleri

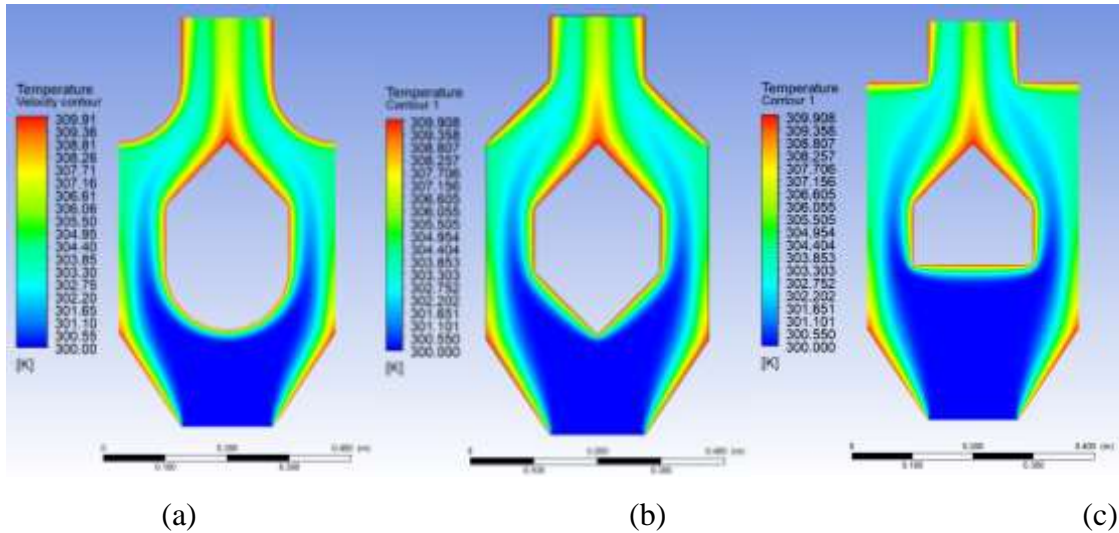
Hız kontürlerine benzer ve bunlarla ilişkili basınç kontürleri aynı başlangıç ve sınır koşulları için Görsel 8'de gösterildiği gibidir. Akışkanın girdiği ilk kısımda yüksek basınç bölgesinin oluşması beklenen bir durumdur ve üç model için de bu durum sağlanmıştır. Bununla birlikte akışa hizmet eden düzgün basınç dağılımının en iyi dairesel kenar modellemesi için olduğu bellidir. Bu basınç dağılımı literatürde sunulan [13] tarafından yapılan ile benzerlik gösterir.



**Görsel 14. Basınç kontürleri a) Dairesel b) Açısal c) Düz**

### 3.4.3. Sıcaklık Kontürleri

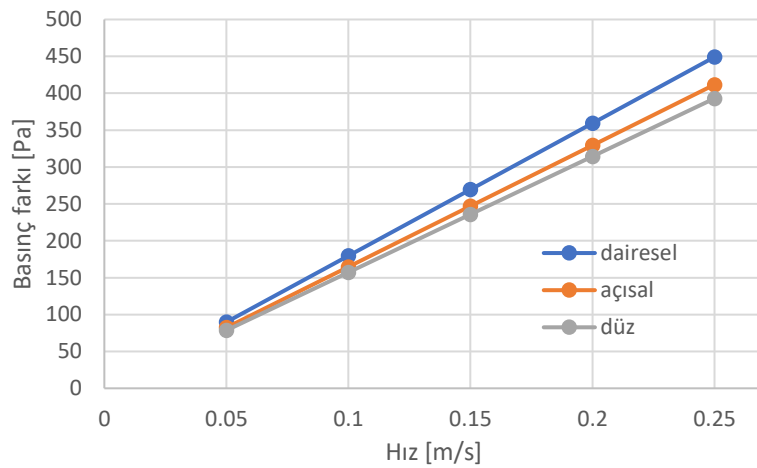
Basınç ve sıcaklık kontürlerinin belirlenmesinde amaç istenen hava akışının sağlanmasıdır. Ancak kurutmaya doğrudan etkisi olması nedeniyle akış bölgesinde sıcaklık dağılımının da düzenli olması beklenir. Sabit sıcaklık koşulundaki kanallar bir yandan akan havayı ısıtırken diğer yandan akış bölgesinin tamamında tahılların kademeli olarak kurutulmasına hizmet eder. Her üç model için de elde edilen sıcaklık kontürleri Görsel 9’da verildi. Düz ve açısal kenar modellemesi ile kıyaslandığında kanal boyunca en erken ısıtmanın dairesel kenar modelinde olduğu belirlendi.



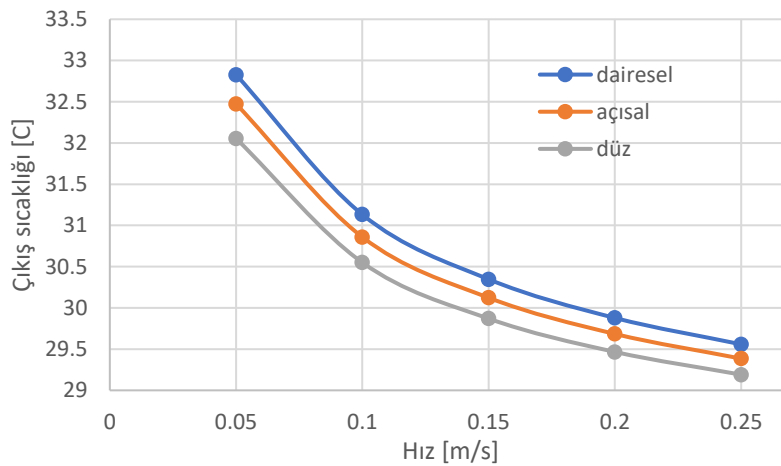
**Görsel 15. Sıcaklık kontürleri a) Dairesel b) Açısal c) Düz**

#### 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Geleneksel tahıl kurutucularında kurutucu akışkan olarak ortam havası kullanılmakla birlikte optimum kurutucu için en fazla hesaba katılan parametrelerden biri akış kanallarının geometrisidir. Bu çalışmada; dairesel, açısız ve düz olarak adlandırılan üç farklı kanal geometrisi için kurutma etkisi incelendi. Kurutucu ortamı farklı tahıl boyutlarını temsil etmek üzere gözenekli ortam olarak değerlendirildi. Belirlenen sabit bir gözenekli ortam koşulunda bu üç farklı modellemenin kurutmaya etkisi değerlendirildi. Kurutma bölümüne giriş hızının 0,05 m/s ile 0,25 m/s arasında 5 farklı değeri için analizler yapıldı. Tüm modeller için basınç düşüşü ve çıkış havası sıcaklığı Görsel 16'da verildi.



(a)



(b)

**Görsel 16. Modellerin karşılaştırılması a) Basınç düşüşü b) Çıkış sıcaklığı**

Akış boyunca giriş hızlarındaki artış, basınç farkını artırırken çıkış sıcaklığını düşürmektedir. Dairesel kenar modellemesinde artan giriş hızlarında en yüksek basınç düşüşü olduğu belirlendi. Bu durum önerilen bu modellemenin uygulamalar için örnek olması beklenir. Farklı gözenekli ortam koşulları için daha fazla çalışmanın yapılması faydalı olacaktır.

## KAYNAKÇA

- [1] I. Doymaz ve Ark., «Drying characteristics of dill and parsley leaves,» *Journal of Food Engineering*, pp. 559-565, 2006.
- [2] M. Montross ve M. McNeill, «Permeability of corn, soybeans, and soft red and white winter wheat as affected by bulk density,» *Applied Engineering in Agriculture*, pp. 479-484, 2005.
- [3] Mortaza Aghbashlo ve Ark., «Influence of drying conditions on the effective moisture diffusivity, energy,» *Energy Conversion and Management*, p. 2865–2871, 2008.
- [4] Mortaza Aghbashlo ve Ark., «A review on exergy analysis of drying processes and systems,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 1-22, 2013.
- [5] X. G. T. W. ZG. Chen, «A novel dehydration technique for carrot slices implementing ultrasound and vacuum drying methods,» *Ultrason. Sonochem.*, pp. 28-34, 30 (2016),.
- [6] M. Abou-El-Hana ve Younis, «Pressure drop through shelled corn asaffected by airflow rates, moisture content and air temperature,» *Process Engineering*, pp. 25(3): 944-956, 2008.
- [7] S. M. v. A. Ali Motevali, «Comparison of energy parameters in various dryers,» *Energy Conversion and Management*, pp. Pages 711-725, 2014.
- [8] Kamon Ponkhama ve Ark., «Modeling of combined far-infrared radiation and air drying of a ring shaped-pineapple with/without shrinkage,» *Food and Bioproducts Processing*, pp. 90, 155–164, 2012.
- [9] D. M. Demirtaş C., «Investigation of the Relationship Between the Core Temperature of Hazelnuts,» *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, pp. Vol. 7-No.1, pp. 29-34, 2021.
- [10] T. Oksanen, «Controlling air flow in recirculating mixed flow batch dryer with double bed mode,» *Computers and Electronics in Agriculture*, pp. Volume 149, Pages 133-138, June 2018.
- [11] P. J. v. Cenkowski, *Grain Drying, Theory and Practice*, New York, USA: John Wiley & Sons, 1998.
- [12] S. Ergün, «Fluid flow through packed columns,» *Chemical Engineering Prog.*, , pp. 48, pp. 89-94, 1952.
- [13] H. Scaar ve Ark., «Experimental and numerical study of the airflow distribution in mixed-flow grain dryers,» *Drying Technol.*, , pp. 34 (5), pp. 595-607, 2016.



## MONTAJ HATLARINDA YALIN HAT TASARIMI VE BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE İNCELENMESİ

### LEAN LINE DESIGN IN ASSEMBLY LINES AND EXAMINATION IN THE WHITE GOODS INDUSTRY

Elem Terzioğlu <sup>a\*</sup> ve Gülşen Akman <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Endüstri Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 41380, Türkiye

<sup>b</sup> Endüstri Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, 41380, Türkiye

#### ÖZET

Rekabet koşullarının değişmesi ile birlikte pazarda kalıcı olmanın zorlaşması, işletmeleri sistemlerini daha verimli kullanmaya, yüksek kaliteli ürün üretmeye, müşteri taleplerini doğru şekilde karşılamaya yönlendirmektedir. Farklı rekabet stratejileri ile pazarda yer alan işletmeler zamanla pazar payını genişletebilmektedir. Ancak pazar payı genişleyen işletmelerde müşteri talepleri değişmeye ve çeşitlilik göstermeye başlamaktadır. Bununla birlikte işletmeler yeni ürünlerini üretebilmek ve müşteri taleplerini tam anlamıyla karşılayabilmek adına üretim sistemlerini geliştirmeye ve optimize etmeye ihtiyaç duymaktadır. İşletmeler, üretim sistemlerini geliştirebilmek için ilk olarak mevcut durum analizlerini detaylı bir şekilde ele almaktadır. İşletme süreçlerinin mevcut durum analizinde ve süreçlerin iyileştirilmesinde değer akış haritalama yöntemi kullanılmaktadır. İşletmeler, mevcut durum analizinde değer akış haritalama yöntemini kullanarak üretim süreçlerini görselleştirip analiz etmektedir. Mevcut durum analizi sonucu optimize edilecek veya geliştirilecek kısımlar için planlamalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, beyaz eşya sektöründe yer alan bir işletmedeki süreç ve sistemlerin yeni ürün gamına uygunluğu için sistemin mevcut durum analizi detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Mevcut durum analizi ile kullanılan makine/ekipmanların kapasitesi, gerekli işgücü sayısı, ürün çeşitliliği, değer akış haritalaması (Value Stream Mapping – VSM), ergonomik çalışma koşulları, taşıma ve otomasyon sistemleri incelenmiştir. Mevcut durum analizi ile birlikte yeni ürünün üretilmesi için gerekli kapasitenin ve kısıtları karşılayabilecek bir hat tasarımının olmadığı analiz edilmiştir. Yeni ürünün montaj hatlarında üretiminin sağlanabilmesi için yalın hat tasarımı (Lean Line Design – LLD) ve akış odaklı bir yerleşim (Flow Oriented Layout – FOL) yöntemleri kullanılarak mevcut montaj hattının yeni ürüne uygun ve esnek bir yapıda tasarlanması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yalın Hat Tasarımı, Değer Akış Haritalama, Değer Akış Dizayını

#### ABSTRACT



The fact that it becomes difficult to stay in the market with the change of competitive conditions directs businesses to use their systems more efficiently, to produce high quality products and to meet customer demands correctly. Businesses in the market with different competitive strategies can expand their market share over time. However, customer demands are beginning to change and show diversity in businesses whose market share is expanding. However, businesses need to develop and optimize their production systems in order to produce new products and fully meet customer demands. In order to develop their production systems, businesses first consider the current situation analysis in detail. Value stream mapping method is used in the current situation analysis and improvement of business processes. Businesses visualize and analyze their production processes by using the value stream mapping method in the current situation analysis. Plans are being made for the parts to be optimized or developed as a result of the current situation analysis. In this study, the current situation analysis of the system for the compatibility of processes and systems with the new product range in a business in the white goods sector is discussed in detail. With the current situation analysis, the capacity of the machinery/equipment used, the number of required workforce, product variety, value stream mapping (VSM), ergonomic working conditions, transportation and automation systems were examined. With the current situation analysis, it has been analyzed that there is no line design that can meet the required capacity and constraints for the production of the new product. In order to ensure the production of the new product on assembly lines, it is suggested that the existing assembly line be designed in a flexible structure suitable for the new product by using lean line design (LLD) and flow-oriented layout (FOL) methods.

**Keywords:** Lean Line Design, Value Stream Mapping, Value Stream Design

## 1. GİRİŞ



Pazar payının giderek büyümesi ve rekabet koşullarının zorluğu ile birlikte işletmeler buldukları pazardaki paylarını koruyabilmek ve müşteri taleplerini tam anlamıyla karşılayabilmek için üretim sistemlerini sürekli geliştirmek ve optimize etmek durumundadırlar. Üretim sistemlerini geliştirebilmek için mevcut durum analizlerinin detaylı bir şekilde değerlendirilmesi, değer akış haritalaması ile süreçlerin görselleştirilmesi ve yalın prensiplerinin ele alınması önem taşımaktadır. İşletmeler üretim süreçlerini ve mevcut sistem yapısını detaylı bir şekilde ele alarak, gelişim yönlerini belirlemektedirler. Bununla birlikte üretim sistemlerini verimli hale getirmek ve kaliteli üretime ulaşabilmek için işletmeler, yalın prensibini benimsemeye başlamışlardır. Yalın prensibinde yer alan yedi israf, işletmeler tarafından ele alınarak verimli bir malzeme-ürün akışı sağlanmaya çalışılır ve bununla birlikte üretim esnasında ergonomik koşullar sağlanarak müşterinin talep ettiği en kaliteli çıktı sağlanmaya çalışılır. Yeni yalın üretim sistemlerini planlamak için öncelikle mevcut sistem planlanır ve bunun doğrultusunda da mevcut sistemleri revize etmek için sistematik bir prosedür olarak yalın hat tasarımı çalışmaları yapılmaktadır. Bu sayede üretilebilirlikle ilgili ürün tasarımları iyileştirilebilmektedir.

Mevcut durum analizlerinde yalın üretim çalışmaları ele alınarak üretim yapılacak hatların tasarımları, mevcut makine kapasiteleri, ürüne katma değer yaratan ve katma değer yaratmayan faaliyetlerin belirlenmesi, tüm akış planı detaylı bir şekilde analiz edilmektedir. Değer akış haritalama ile fabrikanın tüm akış çizgisi belirlenerek izlenecek iyileştirme adımları oluşturulmaktadır.

Yapılan mevcut durum analizlerinde teknik hesaplamalar yapılmalı ve hattın dengesi ergonomik koşulları ele alınacak şekilde değerlendirilmelidir. Tek akış üretimini sağlayan, katma değersiz faaliyetlerin elimine edildiği, gereksiz ara stokların olmadığı, kapasiteyi karşılayan ve müşteri taleplerine karşılık verecek kalite seviyesinde olan esnek bir yalın hat tasarımı uygunluğu değerlendirmesi yapılmalıdır.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Dağ ve Kara (2020), çalışmalarında düzlemsel güneş enerjisi kolektörlerinin üretimini yapan bir işletmede değer akışı haritalandırma yöntemi kullanarak işletmenin tedarik zinciri boyunca oluşan değer akışını görselleştirmiş, katma değer yaratmayan israfları belirlemiş ve bu israfların azaltılması için eylem planları oluşturmuşlardır. Yalın üretim uygulamalarına yeni başlamış olan bir işletmede değer akış yöntemi sayesinde işletmenin değer akışında kullanması gereken

yalın üretim araçları belirlenmiştir. Gelecek durum haritası oluşturularak işletmenin tedarik zincirindeki değer akışı planlanmıştır. Bu doğrultuda planlanan gelecek durumuna ulaşabilmek için montaj hattı kurulmuş ve gerekli çalışmalar tamamlanmıştır. [1]

Sarı (2018), çalışmasında yalın üretim uygulamalarını ve yalın üretim yöntemleri ile birlikte elde edilen kazanımları değerlendirmiştir. İşletmede değer katmayan faaliyetler tespit edilmiş ve ciddi oranda düşüşler sağlanmıştır. Mevcut durumdaki kalıp değişim sürelerinde iyileştirmeler yapılarak azaltılmıştır ve 5S çalışmaları ile işletmeye maddi kazanç sağlanmıştır. Bu çalışmada yalın üretim yöntemleri kullanılarak işlevsel çözümler elde edilmiş ve üretim işletmesinde meydana gelen problemlere çözüm önerileri sunulmuştur. [2].

Correia vd., (2018), çalışmalarında işletmede yer alan farklı görevleri ve işlemleri tam olarak anlamak ve görselleştirmek için Değer Akış Haritalama (VSM) yöntemini elektronik cihaz üretimi yapan bir montaj hattında kullanmıştır. Mevcut durum analizinde her iş istasyonunun işlem süresini hesaplamış ve hattın darboğazlarını belirlemiştir. Mevcut durum analizi ile birlikte tespit edilen darboğazları azaltmak için istasyonları dengelenmiştir. Böylece gecikmelerin önüne geçilmiş ve çalışanların yaptığı işler gereğinden fazla olmayarak dengelenmiştir. Çalışma boyunca, incelenen manuel montaj hattı için birçok fayda bulunmuş ve daha iyi hat verimliliği için Yalın Üretim araçlarının uygulanması önerilmiştir. [3].

Doğan ve Ersoy (2016) çalışmalarında araştırma ve uygulama merkezi olan bir üniversitenin laboratuvar analizleri hizmetini değer akış yöntemini kullanarak ele almışlardır. Belirlenen hizmet analizi için değer akış haritalama yöntemi ile mevcut durum haritası çizilmiştir. Mevcut durum haritasında hizmet akışındaki değer katan ve değer katmayan faaliyetler tespit edilmiş ve bu kayıpları elimine edecek bir gelecek durum haritası çizilmiştir. Gelecek durum için yalın hizmet akışı önerisi yapılmıştır. [4].

Maraşlı vd., (2016) çalışmalarında yalın üretim ve yalın düşünce ilkelerini ele almıştır. Dondurma üretimi yapan bir işletmede mevcut durum incelemesi yapmışlar ve değer akış yöntemi kullanmışlardır. Mevcut durum analizi ile birlikte işletmedeki kalıp değişim sürelerinin fazla olması ve stok miktarlarındaki fazlalık problemi tespit edilmiştir. Uygulama ile birlikte kalıp değişim süreleri ve stok miktarları en az seviyeye indirilmiştir. Gelecek durum akış haritasında bu analizler gösterilmiştir. [5].

Yıldız vd. (2014), çalışmalarında yalın üretimi hedefleyen Bosch Production System'in mobil hidrolik üretiminde yalın üretim çalışması yaparak hem seri imalat öncesi proje aşamasında, hem de seri üretim sırasında maliyet, kalite ve sevkiyat performansına etkisini değerlendirmişlerdir. Üretim sistemlerindeki süreçleri değer akış planlama ve yalın hat tasarımı konularını ele alarak değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak sevkiyat performansında artış sağlamışlar, üretim akış süresinde iyileşme gerçekleştirmişler, üretim içindeki ara stoklardaki fazla stok oranlarını azaltmışlar ve malzeme ve bilgi akışında daha yalın bir sistem kurulumu sağlamışlardır. Bu çalışma ile birlikte yalın hat tasarımı sayesinde müşteri sevkiyat sürecinde iyileştirmeler sağlamışlardır. [6].

Jalaszoki. (2014), çalışmasında yalın tekniklerini kullanarak bir işletmedeki katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetleri belirlemiştir. Değer akış haritalama yöntemini kullanarak üretim sistemlerindeki mevcut durumu görselleştirmiş, spaghetti diyagramı ile ürün akışındaki gecikmeleri, akış hareketlerini ve mevcut yerleşim düzenini incelemiştir. Yalın üretim tekniklerini kullanarak üretim süreçlerinde yapılan çalışmaların olması gerektiği gibi olup olmadığını değerlendirmiş ve değer akışında gelecek durum analizini yapmıştır. [7].

Sol (2011), çalışmasında aydınlatma üretimi yapan bir işletmedeki iç lojistik sistemlerinin yeniden tasarlanmasını ele almıştır. İşletmede set şeklinde sevkiyat halinde hat kenarına besleme yapılmaktadır ve bu besleme set süreçleri için dört farklı durum senaryosu oluşturularak değer akış haritalama yöntemi ile değerlendirmeler yapılmıştır. Mevcut durum analizi ile birlikte beslenecek parçaların depolanması, montaj hattına beslenmesi ve gerekli lojistik faaliyetler incelenerek katma değer yaratmayan faaliyetler belirlenmiştir. Çalışma ile birlikte hat kenarında stoklama sayısı düşürülmüş, katma değer yaratmayan faaliyetler elimine edilmiş ve set şeklinde sevkiyat sonucunda montaj hattı çevrim süresi düşürülmüştür. Hat kenarında yer alan raflar kaldırılmış, hatta verilen stok miktarları azaltılmış ve malzeme besleme süreleri düşürülmüştür. Çalışma sonunda standart olmayan işler standartlaştırılarak lojistik faaliyetlere düzen getirilmiştir. Set şeklinde teslimat sonrasında montaj operatörünün parçayı arama, seçme ve karar verme işlemleri ortadan kaldırılarak daha yalın bir üretim yapılması sağlanmıştır. [8].

Güzel (2011), çalışmasında hazır giyim sektöründe yer alan bir işletmedeki israfları ve israf kaynaklarını elimine etmek için değer akış yöntemi kullanarak inceleme yapmıştır. Mevcut

üretim istasyonlarını incelemek için zaman etüdü ve hat dengeleme çalışmasını da ele almıştır. Mevcut durum analizleri ve değer akış haritalama ile birlikte işletmenin gelecek durum için değer akış haritalaması oluşturulmuş, israf kaynakları belirlenmiş ve bu israfları ortadan kaldırmak için yalın üretim teknikleri kullanılarak iyileştirme çalışmaları belirtilmiştir. Üretim montaj hattı dengelemesi ve israfların ortadan kaldırılması için gerekli yalın üretim araçları ile işletmenin çok daha fazla üretim gerçekleştirebileceği ve işçilik maliyetlerinde düşüşler sağlayabileceği tespit edilmiştir. [9].

Alaca (2010), çalışmasında beyaz eşya sektöründe bulunan bir işletmede değer zinciri süreçlerini iyileştirmek için değer akış haritalama yöntemi ile değer zinciri analizi modeli oluşturmuştur. BSH Ev Aletleri San. ve Tic. A.Ş firmasında çamaşır makinası fabrikasında kontrol panel serigrafisi baskı prosesinde değer akış analizi yapılmıştır. Değer zinciri analizinde mevcut faaliyetleri değerlendirmiş, yedi israf göz önüne alınmış ve değer akış haritalaması ile tüm süreçler incelenmiştir. Bu çalışma ile birlikte stoklarda ve teslimat süresinde kalite düzeyinde iyileştirmeler yapılmıştır. Gelecek durumda tedarikçi proseslerindeki iyileştirmelere odaklanılması ve aynı değer akışı yöntemini tedarikçinin proseslerinde de uygulaması gerekliliği önerilmiştir.[10].

Kocakoç (2008), çalışmasında elektrik endüstrisinde yer alan bir montaj hattında yalın üretim prensiplerini ele almış ve yalın bakış açısı ile montaj hattı tasarımını değerlendirmiştir. Elektronik ürünlerin montajı daha karmaşık ve daha çok malzeme kullanımını içermektedir. Bu yüzden de üretim süreçlerini yalınlaştırmak için yalın üretim araçları kullanılmış ve önerilerde bulunulmuştur. Elektronik montaj sektöründe yer alan üretim hattının mevcut ürün akış süreci değer akış haritalama ile alınmış, gerekli hedef istasyon süresi belirlenmiş, israf oluşturan ve katma değer yaratmayan faaliyetler belirlenmiştir. Çalışma ile birlikte yeni durumda montaj bandının oluşturulması ile ara stoklar ortadan kaldırılmıştır. Bu sayede de hem maliyet avantajı sağlanmış hem de iş ortamında daha kolay yönetilebilirlik sağlanmıştır. [11].

Artuşik (2008), çalışmasında üretim ve lojistik proseslerinde yalın yöntemlerini ve uygulamalarını açıklamıştır. Fabrika içindeki milkrun sisteminin tasarımını ele alarak planlamasını değerlendirmiştir. 3PL şirketindeki lojistik operasyonlarını çapraz fonksiyonel değer akış haritalama yöntemini kullanarak incelemiştir. Bununla birlikte montaj hattına tam

zamanında sevkıyatı sağlayacak ve fabrika ile aynı kampüste yer alacak merkezin operasyonları tanımlanmış ve tasarımı yapılmıştır. [12].

Birgün vd., (2006), çalışmalarında traktör üretimi yapan UZEL A.Ş.'de müşteri beklentilerini karşılamak ve üretim süreçlerini iyileştirmek için yalın üretim yöntemlerini ele alarak değer akış haritalama çalışması yapmışlardır. Hidrolik kapan üretimi yapılan bir montaj hattında değer akış süreçleri ele alınmış ve mevcut durum analizi yapılmıştır. Bu çalışma ile ürün akışının süreçleri görsel olarak ele alınmış, israf yaratan katma değersiz faaliyetler belirlenmiş ve buna sebep olan kaynakların neler olduğu tespit edilmiştir. Gelecek durum haritası yapılmış ve gelecek durumda sürekli akış ve çekme sistemi önerisi ile temin sürelerinde azaltma olması hedeflenmiştir. Tedarik sıklığının artmasının sistemde yaratacağı etkiyi gözlemlemek için simülasyon önerisinde bulunulmuştur. [13].

### 3. YALIN HAT TASARIMI

İşletmelerde yalın bir üretimi sağlayabilmek için üretimi yapılacak montaj hattının, oluşacak akışın, gerekli tüm yatırımların ve risklerin önceden belirlenmesi yalın hat tasarımı çalışmaları ile birlikte yapılabilmektedir. Yalın hat tasarımı çalışmaları ile birlikte öncesinde simüle edilen hatta dair tüm sonuçlara ulaşılabilmektedir. Yalın hat tasarımı metotları, hattaki mevcut problemleri ve gelecekte var olabilecek problemleri göstermektedir. Yalın hat tasarımında malzeme besleme ve potansiyel hatalar ele alındığı için düşük maliyet sağlanmaktadır. Bir ürünün üretilmesi için gerekli olan çevrim zamanı ve bekleme zamanları ele alındığı için ürün veya hizmet çıktılarında dalgalanmalar yüksek oranda engellenmektedir. Yalın hat tasarım çalışmalarının detaylı bir şekilde planlanması yüksek yatırım maliyetlerinden kaçınmayı da sağlamaktadır. Gelecek durum tasarımı da yapıldığı için mevsimsel dalgalanmalar gibi müşteri taleplerindeki dalgalanmalardan kaçınmayı sağlamaktadır. Yalın üretim metotları kullanılarak katma değerli aktivitelerin yüksek oranda olması ve katma değersiz aktivitelerin elimine edilmesi sağlanmaktadır. Herhangi bir yalın hattın ilk odak noktası operatörlerdir. Bu yüzden operatörlerin ergonomik çalışma koşulları ve gereğinden fazla yük verilmeyecek bir çalışma ortamı sağlanmaktadır. İş istasyonları ve hat dengelemesi, ürün tasarımıyla montajı kolaylaştıracak şekilde tasarlanmaktadır. Bu sayede en iyi hat dengeleme ile maksimum katma değer sağlanmaktadır. Ürün, arada birikme olmadan akabilir, tek parça akış sağlanmaktadır. Böylece işletmelerde gereksiz stoklar görülmemektedir. Operatörler tarafından sürekli olarak

basit ve geliştirilebilir, karmaşıklıktan kaçınılan, verimli ve esnek bir hat tasarımı yapılmaktadır.

Yalın hat tasarımını başarılı bir şekilde yapabilmek için ilk önce ürün verilerinin analiz edilmesi gereklidir. Sonrasında ürün verilerine ait ilk hesaplamalar yapılmaktadır ve hesaplanan mevcut veriler incelenmektedir. Mevcut durumda belirlenen katma değerli ve katma değersiz faaliyetler değerlendirilerek oluşan israflar ortadan kaldırılmaktadır. Mevcut makine/kapasite hesaplamaları yapılarak toplam ekipman etkinlikleri belirlenmesi sağlanmaktadır. Her parçanın süreç akışındaki planlaması yapılmaktadır. Böylece süreçteki her bir bölümle ilgili bilgiler tanımlanarak sürdürülebilir hale getirilmektedir. Tüm analizler tamamlandıktan sonra ayrıntılı hat tasarımı yapılmaktadır ve ergonomik koşullarda çalışacak operatör sayısı belirlenerek hat dengelemesi oluşturulmaktadır. Tüm bu çalışmaların sonunda tasarlanan hattın simülasyonu oluşturulmaktadır ve simülasyon sonuçları yalın hat tasarım gerekliliklerine göre değerlendirilmektedir.

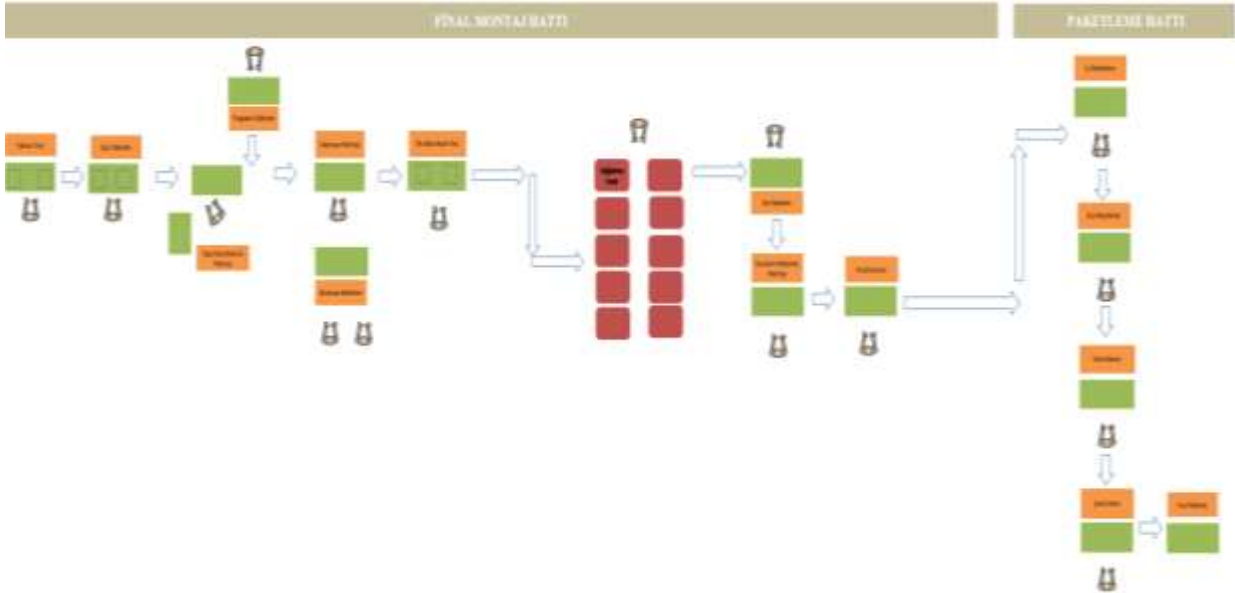
#### 4. DEĞER AKIŞ HARİTALAMA

Günümüzde gelişen piyasa koşulları ile birlikte müşteri talepleri giderek artmaktadır ve müşteriler de bu pazarda talep ettikleri değeri, işletmelerin sağlayabileceklerini görmek ve tatmin olmak istemektedirler. İşletmeler de müşterilerin bu beklentilerini karşılayabilmek ve gelişebilmek için yalın üretim araçlarından biri olan Değer Akış Haritalama tekniğini kullanarak, süreçleri görselleştirip sistemlerini geliştirmenin yollarını aramaktadırlar. Değer akış haritalama yöntemi ile işletme süreçlerindeki tüm adımlar görselleştirilmekte ve tedarikçiden müşteriye uzanan bu süreçteki ürün/hizmet akışında bulunan tüm faaliyetler değerlendirilmektedir. Yalın üretim anlayışında değer, müşterinin ödeme yapmaya razı olduğu her şey olarak nitelendirilebilir; ancak işletmelerdeki bazı faaliyetler müşteriye doğrudan değer katmayabilir. Değer akış yöntemi sayesinde ürün/hizmet akışındaki süreçlerde oluşan katma değer yaratan ve katma değer yaratmayan tüm faaliyetler tespit edilebilmektedir. Böylelikle işletmeler, israf adımlarını görselleştirerek süreçlerin neresinde iyileştirme yapabileceklerini tespit ederek değer yaratan süreçler oluşturabilmektedir. Rother ve Shook (1999)' a göre Değer akış haritalama yöntemi 4 temel adımdan oluşmaktadır. İlk önce süreci değerlendirilecek ürün ailesi seçilir, sonrasında bu ürün ailesine göre mevcut durum ortaya konulur. Mevcut durum analiz yapıldıktan sonra gelecek durum tasarlaması yapılır ve son olarak faaliyet planı hazırlanarak uygulanması sağlanmaktadır.

## 5. UYGULAMA

Beyaz eşya üretimi yapan bir işletmede final ve paketleme hatlarında mevcut durum analizi değerlendirilmiştir. Yalın üretim araçlarından değer akış haritalama tekniği ile mevcut durum haritası oluşturulmuş, katma değer yaratmayan gereksiz taşıma faaliyetleri tespit edilmiş, istasyon darboğazları belirlenmiş ve mevcut hat kapasitesi hesaplanmıştır. Müşteri talebine göre hedef takt zaman hesabı ve her istasyonun çevrim zamanları hesaplanmıştır. Gerekli iş istasyonları belirlenerek hat dengelemesi yapılmıştır. İstasyonlar arası yaşanacak darboğaz noktaları ve sebepleri belirlenmiştir. Ürün tek akış prensibine uyacak şekilde yalın montaj hattı prensiplerine uygunluğu kontrol edilmiştir.

Mevcut Hat Tasarımı Görsel 1’de görüldüğü gibidir.



Görsel 1. Mevcut Hat Tasarımı

Mevcut hat tasarımında 15 ana istasyon bulunmaktadır. Hazırlanmış ürün final hatlarına gelir; ürünün aksesuar ve soğutma grubu malzemeleri montajı yapılır. Aynı zamanda soğutma grubu için gerekli tüm testler ve son final kontrol prosesleri tamamlanır. Kalite hatası olmayan dolaplar paketleme hattına gönderilir ve paketleme istasyonunda transfer esnasında dolap ve dolap içindeki malzemeleri korumak için tüm paketleme işlemleri yapılır. Paketleme 11. istasyonda dolap içerisindeki malzemeler straforlar ile korunacak hale getirilir ve sonrasında dolabın dışı da Paketleme 12. İstasyon ve Paketleme 13. İstasyon bölgelerinde strafor ve karton

malzemeleri ile korunarak şerit makinesi ile sabit hale getirilir. İşlemi bitmiş ürün tıra yüklenerek bitmiş ürün, müşteriye ulaşmak için depoya sevk edilir.

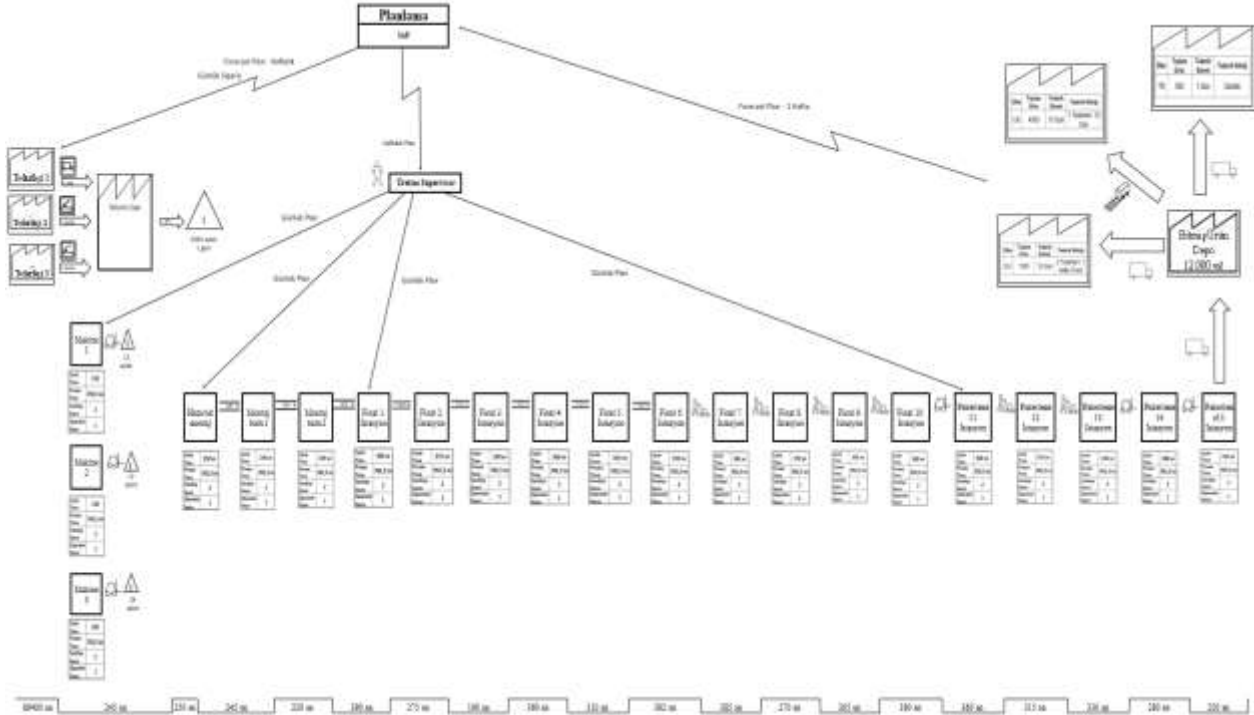
İşletmede 425 dk fiili çalışma süresi bulunmaktadır, yemek ve dinlenme molaları çıkartılarak fiili çalışma süresi ele alınmaktadır. İşletme, günde 2 vardiya çalışmaktadır ve vardiyalık maksimum 65 adet üretim yapabilmektedir. Final montaj hattı ve paketleme hattı maksimum kapasitesi 65 adet olduğu için vardiyalık üretim adeti artışı yapılamamaktadır. Final hatlarında 10 temel istasyon bulunmaktadır ve Final 6. istasyondan sonra dolap manuel olarak taşınıp soğutma test istasyonları yapılmak üzere Final 7. istasyona gelmektedir. Final 7. İstasyonda 10 adet test istasyon yuvası bulunmaktadır. Testi biten ürün Final 8. istasyona gönderilerek montaj ile ilgili tüm süreç tamamlanmaktadır. Bitmiş olan ürünün final kontrolleri tamamlandıktan sonra ürün bekleme alanına taşınmaktadır. Final 6. istasyondan Final 10. istasyona kadar tüm bu süreçler manuel taşıma yolu ile olmaktadır ve ürün otomasyon sistemi üzerinde gitmediğinden dolayı sıra disiplini sağlanamamaktadır. Bitmiş ürün bekleme alanından forklift yardımı ile Paketleme hattına taşınmaktadır. Paketleme hattında da prosesler manuel olarak tamamlanarak tıra yükleme işlemi yapılmaktadır. Tüm proses işlemleri için çevrim süreleri hesabı yapılmış ve tabloya değerler girilmiştir. Prosesler incelendiğinde maksimum çalışma süresi ön elektriksel test istasyonunda 392 sn olarak tespit edilmiştir. 425 dk lık çalışma süresi olan bu işletmede maksimum 392 sn çevrim süresine göre vardiyalık çıktı adeti 65 olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar Çizelge 1’de verilmektedir.

**Çizelge 1. Mevcut İstasyon Süreleri**

İstasyon İsmi	Çevrim Süresi (sn)	İstasyon Sayısı	Operatör Sayısı
Final 1.İstasyon	390	1	1
Final 2.İstasyon	275	1	1
Final 3.İstasyon	360	2	1
Final 4.İstasyon	190	1	1
Final 5.İstasyon	280	1	2
Final 5.İstasyon destek	310	1	1
Final 6.İstasyon	392	2	1
Final 7.İstasyon	385	10	1
Final 8.İstasyon	270	1	1
Final 9.İstasyon	305	1	1
Final 10.İstasyon	380	1	1
Paketleme 11.İstasyon	360	2	1
Paketleme 12.İstasyon	315	1	1
Paketleme 13.İstasyon	330	1	2
Paketleme 14.İstasyon	280	1	1
Paketleme 15.İstasyon	250	1	1



İşletmeye ait mevcut durum değer akış şeması Görsel 2’de görüldüğü gibi oluşturulmuştur.



Görsel 2. Mevcut Durum Değer Akış Haritası

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmede yapılan uygulama kapsamında mevcut ürün akışı ve üretim süreçleri değer akış haritalama yöntemi ile görselleştirilmiştir. Bu sayede mevcut montaj hattındaki darboğazlar ve katma değer yaratmayan faaliyetler belirlenmiştir. Mevcut hattaki bazı istasyonlarda paralel üretim yapılması, aynı anda birden fazla üretim yapma, gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ancak mevcut hat tasarımından kaynaklı paralel üretim yapılamamış ve bunun sonucu olarak beklentiler ve kapasite artışlarında hat içerisinde darboğazlar ortaya çıkmıştır. Mevcut hat kapasitesi vardiyalık maksimum 65 adet ürün üretebilecek seviyededir. Ancak yeni ürün gamı ile birlikte müşterinin talebini karşılayabilmek için gelecek sene beklenen kapasite hedefi vardiyada maksimum 100 adet olacaktır. Bu durumda mevcut istasyonlardaki darboğazların giderilmesi için ve müşterinin talebini karşılayabilmek için mevcut montaj hattı tasarımı uygun bulunmamıştır. Mevcutta maksimum çevrim süresi 392 sn dir. Ancak 100 adetlik vardiyalık ürün üretebilmek için maksimum çevrim süresi 255 sn olmalıdır. Mevcut hat sayısı hedef çevrim süresini karşılamamaktadır. Bu yüzden final montaj hatları ve paketleme montaj

hatlarında yer alan istasyon sayıları artırılarak optimum 21 istasyona çıkartılmalıdır. Buna ek olarak mevcut durumda ürünün istasyonlar arasında, ön elektriksel test istasyonundan paketleme son istasyonuna kadar olan toplam 10 istasyon arasında, manuel olarak taşıma problemi vardır. Manuel taşımalar, istasyonlar arası gereksiz ara stoklara ve sıralı üretim disiplininin bozulmasına sebep olmaktadır. Manuel taşımacılığın olduğu tüm bu işler işletmede katma değersiz faaliyetlere sebep olmaktadır. Bu yüzden tek akış prensibi ile üretimi sağlayabilmek için otomasyon ve taşıma sistemleri ile iyileştirmeler yapılması ve yeni bir yalın hat tasarımı çalışması yapılması önerilmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Dağ, H. I., & Yakup, K. A. R. A. (2020). Yalın üretime geçişte değer akışı analizi ve haritalandırma ile israf kaynaklarının belirlenmesi: Güneş enerjisi kollektörleri üreten bir işletmede uygulama. *Konya Journal of Engineering Sciences*, 8(3), 652-665.
- [2] Sarı, E. B. Yalın Üretim Uygulamaları ve Kazanımları. *Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi*, 585-600.
- [3] Correia, D., Silva, F. J. G., Gouveia, R. M., Pereira, T., & Ferreira, L. P. (2018). Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 17, 663-671.
- [4] Doğan, N. Ö., & Ersoy, Y. (2016). Hizmet sektöründe değer akışı haritalama uygulaması: Bir üniversite araştırma ve uygulama merkezi örneği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (48), 103-116.
- [5] Maraşlı, H., Coşkun, A. K. Ç. A., & Aycan, K. A. M. A. (2016). Yalın düşünce ve değer akışı haritalamasının dondurma üretim işletmesinde uygulanması. *International Journal of Academic Values Studies*, (5), 106-120.
- [6] Yıldız, M., Pek, M., Uysal, U., Kılıç, D., & Metin, M. Mobil Hidrolikte Yalın Üretim Ve Yalın Üretime Hizmet Eden Araçlar.
- [7] Jalaşjoki, S. (2014). Manufacturing process improvement by using Lean methods..
- [8] Sol, E. (2011). Set Şeklinde Teslimat İle Hat Kenarı Besleme Sisteminin Karşılaştırılması, Yalın Lojistik Bakış Açısıyla İç Lojistik Faaliyetlerin Tasarlanması Ve Örnek Bir Uygulama (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [9] Güzel, S. (2011). Hazır giyim işletmesinde yalın üretime geçiş: Değer akışı haritalandırma, hat tasarımı ve dengeleme.

- [10] Alaca, H. (2010). Değer akış haritalama araçları ile değer zinciri analizi: Beyaz eşya sektöründe bir uygulama (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [11] Kocakoç, M. (2008). Montaj süreçlerinde yalın üretim verileri analizi (Doctoral dissertation, DEÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- [12] Artıışık, O. (2008). Yalın Lojistik Ve Bir 3pl Şirketinde Değer Akışı Analizi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [13] Birgün, S., Gülen, K. G., & Özkan, K. (2006). Yalın üretime geçiş sürecinde değer akışı haritalama tekniğinin kullanılması: İmalat sektöründe bir uygulama.

## MOLARITY AND LAYER EFFECT ON THE STRUCTURAL AND OPTICAL PROPERTIES OF TiO<sub>2</sub> FILMS GROWN BY SOL-GEL SPIN COATING (SGSC) METHOD

Samet UYSAL and Aytunç ATEŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
Metallurgy and Material Science Department

- ORCID ID: 0009-0005-1926-4916

- ORCID ID: 0000-0002-5802-9207

### ABSTRACT

Titanium Dioxide (TiO<sub>2</sub>) has attracted considerable attention for various applications such as photocatalysis, dye-sensitized solar cells, sensor devices, cosmetics and protective coatings. TiO<sub>2</sub> is the most studied photocatalyst because of its high efficiency, non-toxicity, chemical and biological stability, low cost and large refractive index, which has a different areas of uses from many other semiconductors. In this study, TiO<sub>2</sub> thin films were grown by SGSC method in different molarities and the effect of precursor concentration on optical and structural properties was investigated. The starting Sol-gel solution was prepared by Titanium Tetraisopropoxide (TTIP) at concentrations of 0.25 M, 0.5 M, 1 M and 1.5 M, TiO<sub>2</sub> films grown on glass substrates at 3000 rpm, 250 °C drying temperature. To investigate the effect of the number of layers, films with 3, 5 and 7 layers were prepared. The effect of molarity on the structural and optical properties of TiO<sub>2</sub> thin films was characterized by Scanning Electron Microscopy (SEM), X-Ray Diffraction (XRD) and Ultraviolet-Visible Spectroscopy (UV-vis). SEM images showed that the TiO<sub>2</sub> thin films exhibit spherical shape and the surface dispersion increased and agglomerates were formed with increasing concentration. The XRD results show that the films exhibit amorphous phases. Optical measurements showed that the absorption in the UV region increases with increasing molarity. The E<sub>g</sub> values were calculated for 0.25 M, 0.5 M, 1.0 M and 1.5 M, respectively as 3.60, 3.49, 3.65, 3.59 eV for 3 layers, 3.58, 3.46, 3.62, 3.57 eV for 5 layers and 3.55, 3.43, 3.49, 3.54 eV for 7 layers.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub>, SGSC, molarity, optics, structure

### 1. INTRODUCTION

Metal oxide thin films have a wide range of applications, in information storage, gas sensors, photovoltaic elements, to their use as photocatalysis in cleaning water and air [1-4]. In recent years, TiO<sub>2</sub> has been widely used in research due to its different chemical, electrical and optical properties [5]. TiO<sub>2</sub> thin films can be prepared in amorphous and three different crystal structures [6]. As a semiconductor, it has a wide band gap and a high refractive index. The wavelength spectrum has a wide range and a high transmittance [7]. Due to these properties, it is frequently used in applications such as circuits as an electrochromic and thermochromic

circuit element, antireflective coatings in solar cells and optical circuits, protective coatings and gas sensors [8]. Thin film coating methods can be divided into three as physical vapour deposition (PVD), chemical vapour deposition (CVD) and solution based chemistry (SBC). The mainly production methods are thermal evaporation and sputtering for the PVD, metal organic CVD and low pressure CVD for the CVD, chemical bath deposition and sol-gel for the SBC [9]. Sol-Gel method requires lower temperatures than conventional methods. Sol-Gel method, especially used in non-organic thin film coatings [10]. In addition, the most technologically important point of the Sol-Gel method; solution before solidification is ideal for thin film preparation by coating methods of dipping, spinning and spraying [11]. Sol-Gel method, which is one of the effective thin film forming techniques, has a wide area of use in terms of covering large areas easily and forming multi-layered films homogeneously [8].

Harry et al. grew  $\text{TiO}_2$  thin film from solutions with different molarity, which they prepared on glass substrate by sol-gel method. The effect of molarity change on the surface morphology, electrical and optical properties of the  $\text{TiO}_2$  thin film was investigated. The necessary measurements were taken after the films produced from 0.01 M, 0.05 M, 0.10 M, 0.15 M and 0.20 M solutions were heat treated at  $450^\circ\text{C}$  for 1 h. With the increase in molarity, the thickness of the film increased and the band gap decreased from 3.78 eV to 3.07 eV. For 0.01 M and 0.2 M respectively; absorption coefficient was determined as  $3.87 \times 10^4 \text{cm}^{-1}$ ,  $16.27 \times 10^4 \text{cm}^{-1}$  and surface roughness as 5.21 nm and 21.45 nm [12]. Saad et al., the solution prepared by solgel method at 0.01 M, 0.05 M, 0.10 M, 0.15 M, and 0.20 M was grown on glass substrates with different layers by spin coating at 6000 rpm. They determined that with increasing molarity, the thickness of the films increased from 9.24 nm to 79.7 nm. For 0.01 M and 0.2 M respectively; surface roughness was determined as 2.20 nm and 7.66 nm and 3.9 eV and 3.7 eV [13]. Yazid et al. grew  $\text{TiO}_2$  thin films by solgel spin coating method using solutions with different titanium tetraisopropoxide (TTIP) molarities as 0.2 M, 0.3 M, 0.4 M and 0.5 M. They reported that as the molarity of TTIP increased, higher crystallinity, small crystallite size, cracking morphology [14]. Lourduraj et al. coated the solutions their prepared at 0.05 M, 0.1 M, 0.15 M and 0.2 M of TTIP molar concentrations on a glass substrate at 3000 rpm by solgel spin coating method. They determined the spherical nature of the particles with SEM micrographs of  $\text{TiO}_2$  films. They reported that the transmittance depends on the molarity and the optical band gap energy is inversely proportional to the molarity [15]. Ozer et al. grew  $\text{TiO}_2$  films by sol-gel spin coating method. They stated that it has an amorphous structure at temperatures below  $350^\circ\text{C}$  [16]. N. Kaliwoh et al. stated that the thickness of the  $\text{TiO}_2$  films grown by the SGSC method is between 10–200 nm and that the thickness values can be controlled by the spin speed [17]. Khan et al., from the XRD results of 1, 2, 3, 4 layered  $\text{TiO}_2$  films, it was determined that as the number of layers increased, the crystallite size increased from 1.06 nm to 7.29 nm. They also reported that the band gap values decreased as 3.65 eV, 3.60 eV, 3.59 eV and 3.40 eV as the number of layers increased. [18].

In our previous study,  $\text{TiO}_2$  thin films were grown on glass substrates by solgel dip coating method (SGDC) and the effects of annealing temperature and dipping time on optical and structural properties were investigated. It was observed that the films transition from amorphous

phase to anatase phase after annealing at 400 °C. It has been reported that bandgap values decrease with increasing annealing temperature [19].

In this study, the effects of molarity and number of layers on TiO<sub>2</sub> thin films grown by solgel spin-coating method were investigated on the optical and structural properties.

## 2. MATERIALS AND METHODS

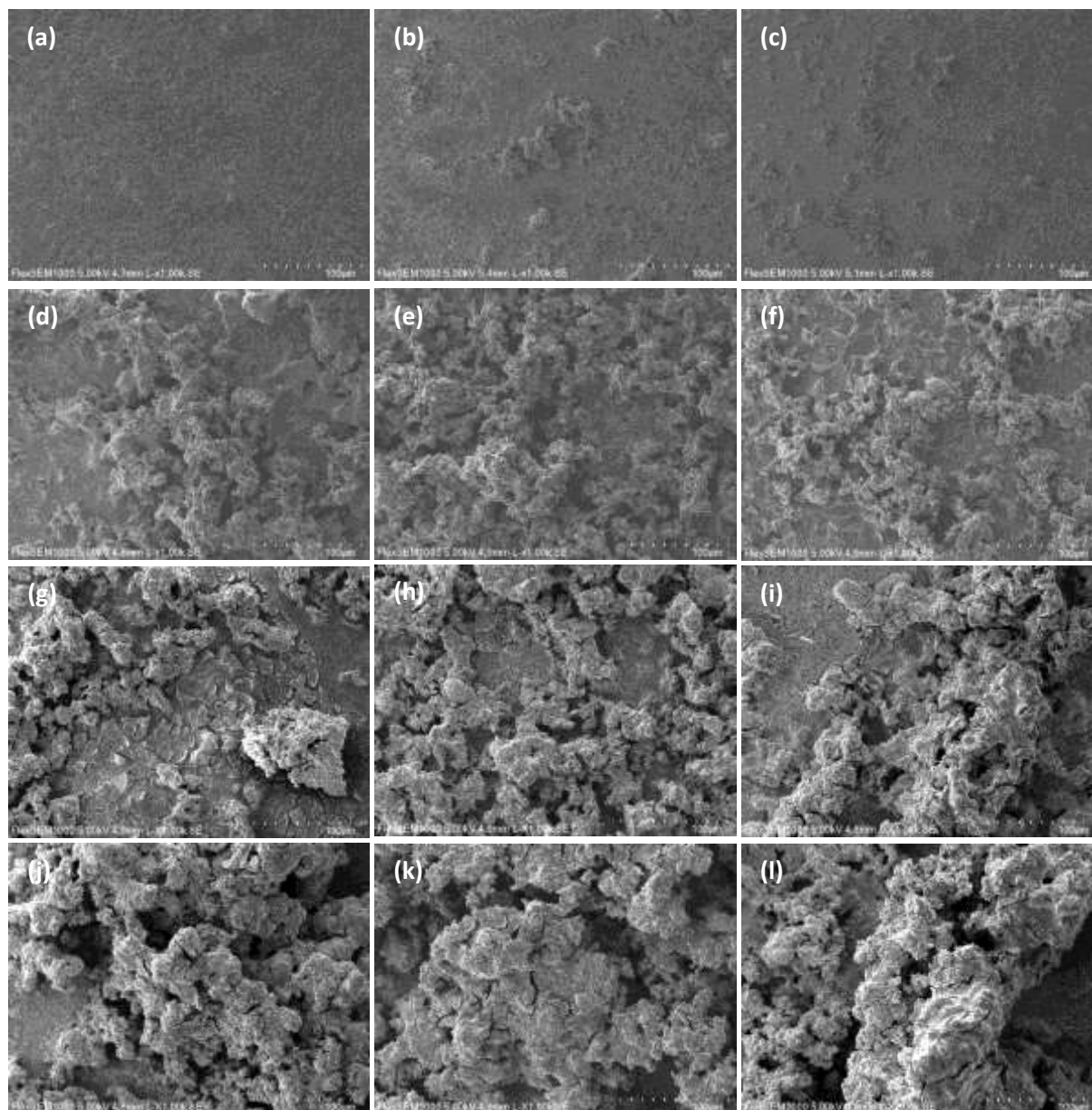
Titanium (IV) iso-propoxide (Ti(OC<sub>3</sub>H<sub>7</sub>)<sub>4</sub>, Merck) was used as the precursor for titanium dioxide solution. It was dissolved by adding ethanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, Sigma-Aldrich) dropwise into TTIP. After the solution was stirred for 10 minutes, acetone (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O, Merck) and ethanol mixture (volume ratio 1:2, respectively) was added dropwise in it. The solution continued to be stirred at 500 rpm for 90 minutes. The TTIP molarity of the solutions was set to 0.25, 0.5, 1.0 and 1.5 M. The molar ratio of TTIP:acetone was 1:1.8. The solution was aged for 3 day at room conditions. Titanium tetraisopropoxide (Ti[OCH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>4</sub>) (TTIP) was used as a precursor, ethanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) and acetone (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O) are used as alcohol solvents. Alcohol solvents (methanol, ethanol, isopropanol and 1-butanol) were the main factor influencing the size of TiO<sub>2</sub> nanoparticles [20].

Glass substrates were ultrasonically cleaned and dried. Glass substrates were placed in the spin coater and the solution was dripped. They were spun at 3000 rpm for 30 seconds. Then, the thin films were dried at 250 °C for 3 minutes. Thin films were grown for 3, 5 and 7 cycles for each solution with different molarity. The structural properties investigated by using X-Ray Diffraction (XRD) measurements. XRD patterns were recorded on a Miniflex 600, Rigaku using Cu K $\alpha$  radiation source. Diffraction peaks were obtained in 2 $\theta$  from 20° to 70° in steps of 2° for 1 min. each. Surface properties of TiO<sub>2</sub> films were examined by using Scanning Electron Microscopy SEM (FlexSEM 1000 II, HITACHI). The optical properties of TiO<sub>2</sub> films were investigated by using Shimadzu UV-VIS 2600 Spectrophotometer in the 200 nm and 1000 nm wavelength range.

## 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Figure 1 show SEM images of TiO<sub>2</sub> nanostructures at magnification 1000x for films at 0.25 M, 0.5 M, 1.0 M, 1.5 M for 3, 5, 7 layers. In fig. 1(a-c), for 0.25 M, particle distribution of 3-layer films were less dense than other films. In contrast, 5 and 7 layers were identified quite dense and small aggregates appear in the samples. When we look at the SEM images, we can say that the surfaces of the 3-layer films are quite smooth and agglomeration increases with the increasing number of layers. On the other hand, when we look at the molarity effect, we can say that the grain size and surface deposition increase with the increasing molarity ratio, and the structures fuse to each other more. We can also say that the grain size and agglomeration increase with increasing molarity. It was observed that with the increase of molarity, the film dispersed completely on the surface and pores and cracking began to form. Large pore produced was due to internal stress exerted caused by high viscosity of TTIP content [21]. Additionally, the coarse surfaces with uneven shapes also were observed in the micrograph at higher molarity.

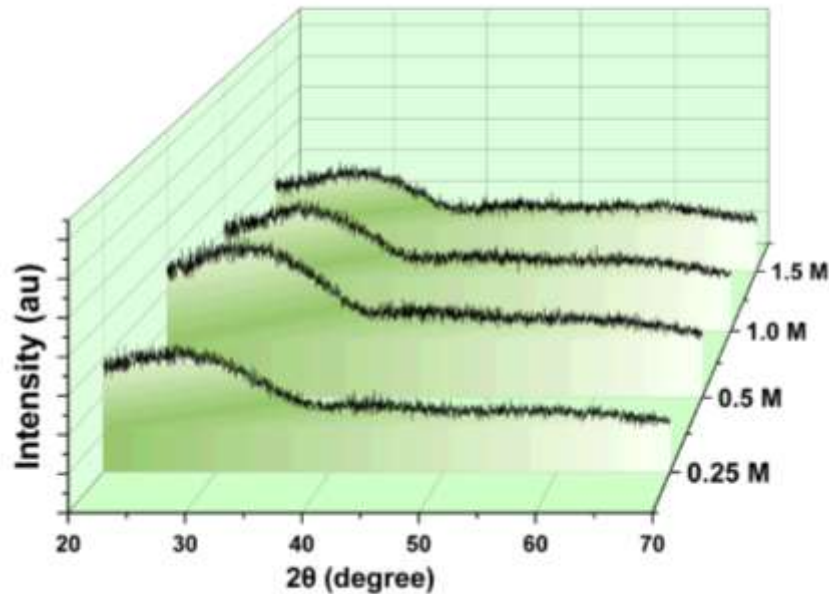
The numerous primary particles that make up the compact aggregate structures were seen [22]. The TTIP concentration has a significant impact on how the particles aggregate. The surfaces of the grains of lower molarity appear more smooth than higher molarity. It has been suggested that, very small particles can easily diffuse into the large pore at the surface of the grains since the pore volume increases with TTIP molarity. Thus, the surfaces of the grains appear smoother [23].



**Figure 1.** SEM micrograph (1kx) of TiO<sub>2</sub> thin films at 0.25M (a,b,c), 0.5M (d,e,f), 1.0M (g,h,i) and 1.5M (j,k,l) for 3,5 and 7 layers.

The XRD patterns of TiO<sub>2</sub> thin films at 0.25, 0.5, 1.0 and 1.5 M for 7 layers were given in figure 2. No peaks showing the TiO<sub>2</sub> phase were found. From the XRD results, the films were in amorphous and no peak formation was observed in the results with the effect of molarity. In

similar studies, XRD results of films without annealing process appear in amorphous phase [24,25].



**Figure 2.** The XRD pattern of the TiO<sub>2</sub> film at 0.25M, 0.5M, 1.0M and 1.5M.

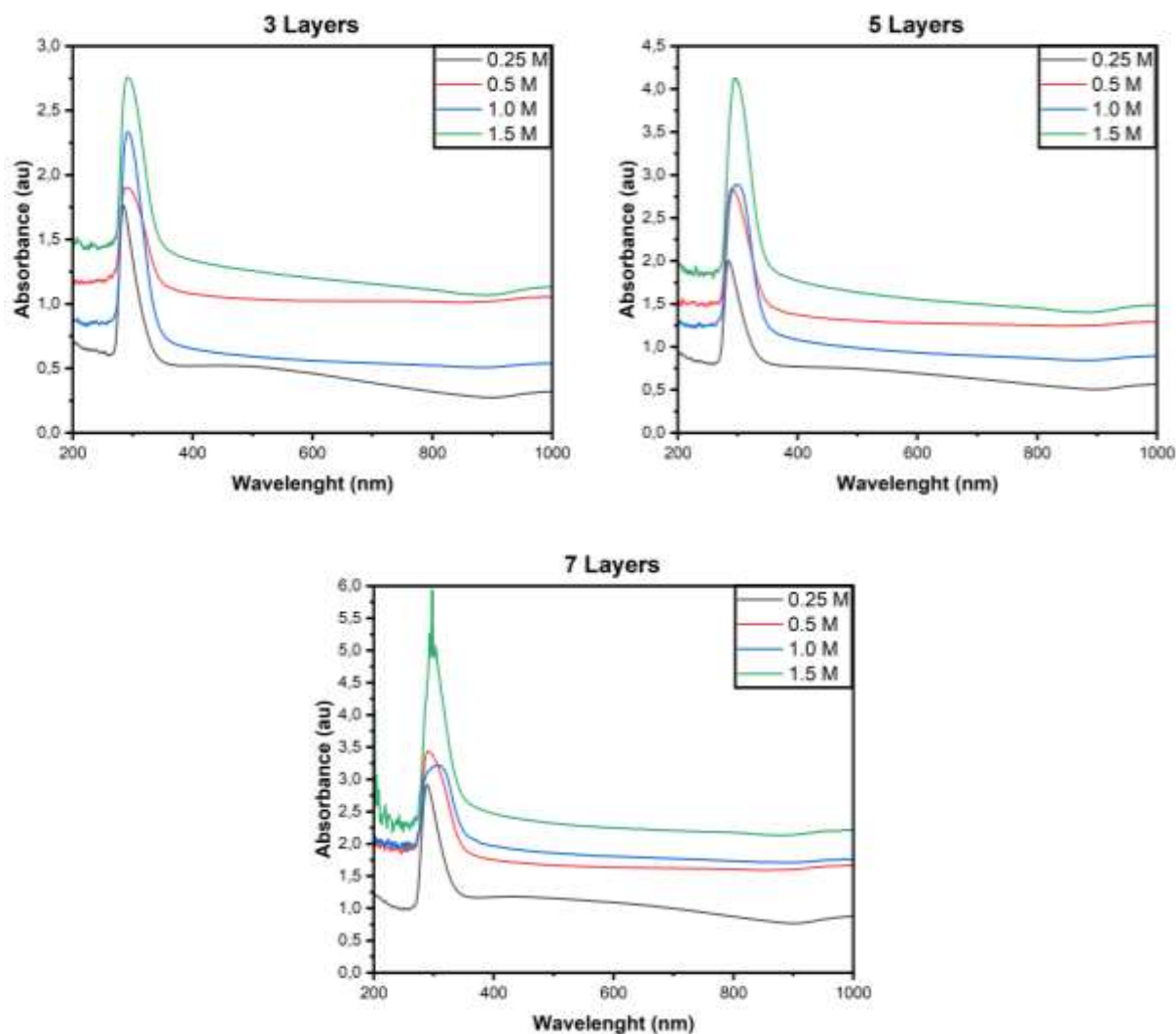
Figure 3 shows the absorption spectra of the TiO<sub>2</sub> thin films at different molarities for 3, 5 and 7 layers. It can be seen that all the samples have a different absorption edge in the range wavelength of 340 nm to 400 nm. The lowest absorbance edges belongs to 0.25 M films at 342 nm, 346 nm and 349 nm for 3, 5 and 7 layers, respectively. The 0.5 molarity films showed absorption edges at the highest wavelengths (between 385-400 nm). As the concentration of the TiO<sub>2</sub> films was increased from 0.25 M to 1.5 M, much stronger UV absorption was achieved. Hence, the higher absorption value reveals that a large amount of photon energy will be absorbed resulting in more excitation of electrons into the conduction band of TiO<sub>2</sub> [26]. The 3-layer film at 0.25 M shows an absorption peak at 283 nm and as the number of layers and molarity increased, the absorption peaks shifted towards higher wavelengths (about 300 nm).

Figure 4 shows the  $(\alpha hv)^2$  versus  $hv$  plot from absorption data for 3, 5 and 7 layers of TiO<sub>2</sub> thin films grew at different molarity, which are calculated by using Tauc relation [27];

$$\alpha hv = A(hv - E_g)^n \quad (1)$$

where  $\alpha$  is the absorption coefficient,  $hv$  is the photon energy,  $A$  is the constant and  $E_g$  is the optical bandgap. The bandgap values determined by extrapolating the linear portion of the curve at  $(\alpha hv)=0$  are shown in table 1.





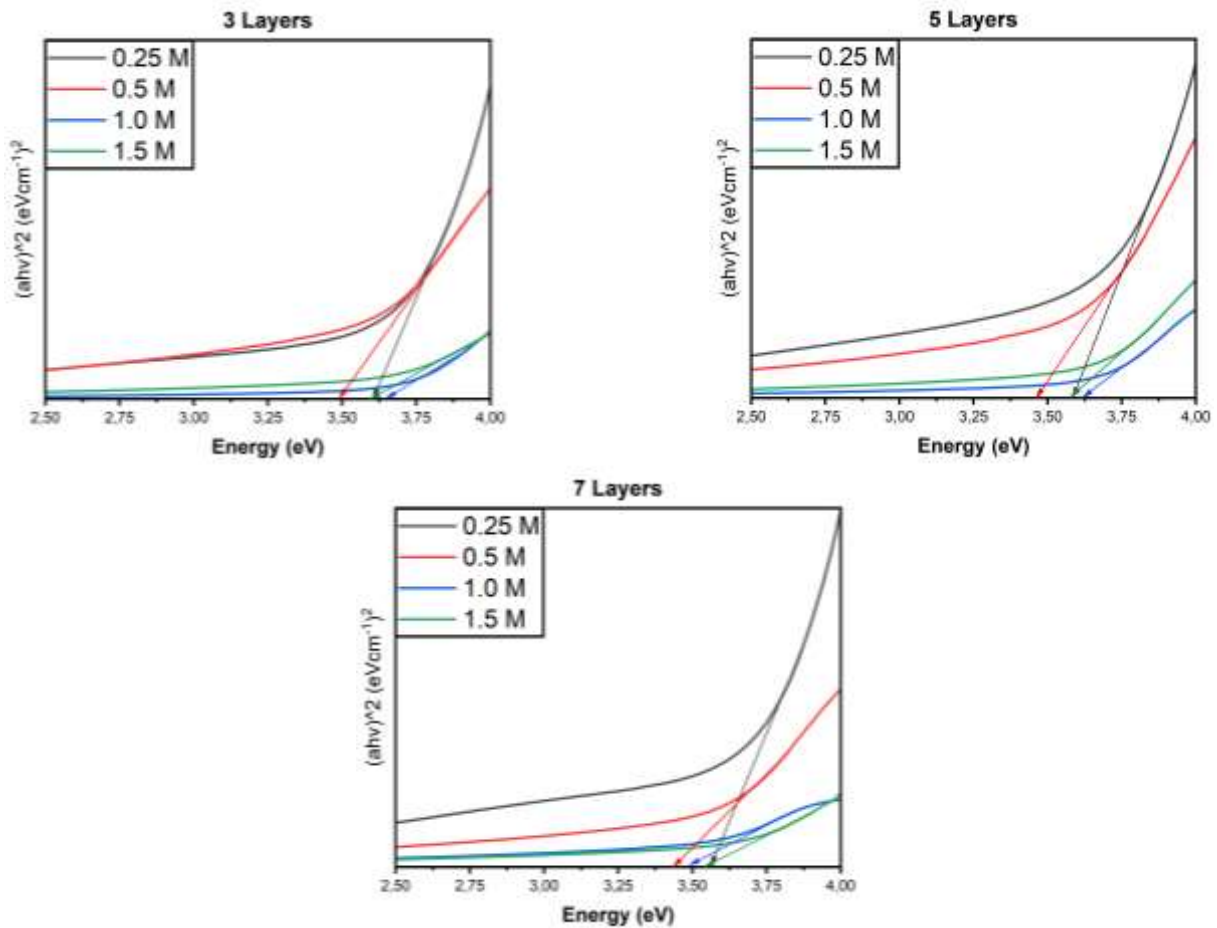
**Figure 3.** Absorption spectra of TiO<sub>2</sub> thin film at different molarity for 3, 5 and 7 layers.

**Table 1.** Bandgap value of TiO<sub>2</sub> thin film at at 0.25M, 0.5M, 1.0M and 1.5M for 3, 5 and 7 layers.

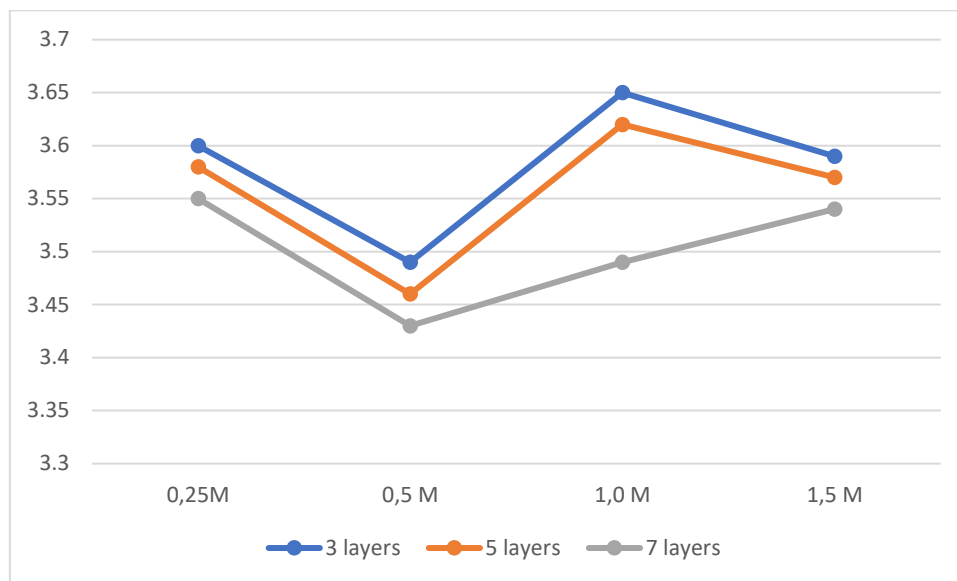
	<b>3 Layers</b>	<b>5 Layers</b>	<b>7 Layers</b>
<b>0.25 M</b>	3.60 eV	3.58 eV	3.55 eV
<b>0.5 M</b>	3.49 eV	3.46 eV	3.43 eV
<b>1.0 M</b>	3.65 eV	3.62 eV	3.49 eV
<b>1.5 M</b>	3.59 eV	3.57 eV	3.54 eV

For all molarities, the bandgap decreased as the number of layers increased. It is assumed that the bandgap values decrease due to the increase of grain sizes. The bandgap energy was decreased as a result of the formation of some sub-bands due to defect levels in the TiO<sub>2</sub> forbidden band [18]. In Figure 6, it was seen that 0.5 M films were the lowest bandgap value

compared to the others. The optical scattering by grain boundaries and aggregates, which is affected by the different concentrations used, is what causes this important variation in the optical band gap [28]. Bandgap values are between 3.43 eV and 3.65 eV. For amorphous phase TiO<sub>2</sub> films, bandgap values of approximately 3.60 eV have been reported [29-31]. With the molarity concentration being analyzed in parallel with the optical band gap properties, the significant relationship between this parameter can be concluded.



**Figure 4.**  $(\alpha h\nu)^2$  versus  $h\nu$  plot of TiO<sub>2</sub> thin film at different molarity for 3, 5 and 7 layers



**Figure 5.** Bandgap changing with the molarity for 3, 5 and 7 layers

#### 4. CONCLUSIONS

In recent years, a lot of work has been done on the properties of metal oxide semiconductor thin film materials. Among these semiconductor oxide materials, the most researched thin film materials are ZnO and TiO<sub>2</sub> semiconductor thin films. In terms of technological applications, it is very important to investigate and optimize the properties of these semiconductor oxide materials. Investigation of the effects of different parameters on the general properties of these materials will shed light on future studies. For this purpose, in this study, the effects of the change in molarity of Titanium Tetraisopropoxide (TTIP) starting solution on the structural and optical properties of TiO<sub>2</sub> thin films were investigated.

The titanium dioxide thin films have been grown for the molar concentrations of titanium tetra isopropoxide (TTIP) 0.25 M, 0.5 M, 1.0 M and 1.5 M and number of layers 3, 5 and 7 by SGSC method. Effect of molar concentration and layers number on structural, morphological and optical properties of films was investigated. XRD confirms the amorphous phase. With the increase of molarity, agglomerations form and grow on the surface, and it exhibits a cracked and porous surface. UV-Visible showed that, it is seen that the absorption corners of the films vary between 340-400 nm. It was observed that the bandgap values decreased with the increase of the number of layers and the lowest bandgap value was obtained by 0.5 M with bandgap energy, 3.43 eV. It was determined that the concentration of precursors and number of layers cause changing in the characteristic properties of TiO<sub>2</sub> thin films.

#### Acknowledgments

This study was financially supported by Ankara Yıldırım Beyazıt University Scientific Research Fund [project code: FYL-2022-2427].

## REFERANCES:

- [1] Taşkın, D. (2006). *Sol-Gel Metoduyla Hazırlanan Metaloksit Filmlerin Yapısal ve Elektriksel Karakterizasyonu* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- [2] MA Yıldırım, B Güzeldir, A Ateş, M Sağlam Temperature dependent current–voltage characteristics of the Zn/ZnO/n-Si/Au–Sb structure with ZnO interface layer grown on n-Si substrate by SILAR method *Microelectronic engineering* 88 (10), 3075-3079
- [3] Y Pepe, MA Yildirim, A Karatay, A Ates, H Unver, A Elmali The effect of doping and annealing on the nonlinear absorption characteristics in hydrothermally grown Al doped ZnO thin films *Optical Materials* 98, 109495
- [4] S Tüzemen, S Doğan, A Ateş, M Yıldırım, G Xiong, J Wilkinson, Convertibility of conductivity type in reactively sputtered ZnO thin films *physica status solidi (a)* 195 (1), 165-170
- [5] Kajitvichyanukul, P., Ananpattarachai, J., & Pongpom, S. (2005). Sol–gel preparation and properties study of TiO<sub>2</sub> thin film for photocatalytic reduction of chromium (VI) in photocatalysis process. *Science and Technology of Advanced Materials*, 6(3-4), 352.
- [6] Leprince-Wang, Y., & Yu-Zhang, K. (2001). Study of the growth morphology of TiO<sub>2</sub> thin films by AFM and TEM. *Surface and Coatings Technology*, 140(2), 155-160.
- [7] Karunagaran, B., Chung, S. J., Suh, E. K., & Mangalaraj, D. (2005). Dielectric and transport properties of magnetron sputtered titanium dioxide thin films. *Physica B: Condensed Matter*, 369(1-4), 129-134.
- [8] Bardakçı, S. (2007). *Sol-Jel yöntemi ile Hazırlanan Tio 2 Ince Filmlerin Optik Özelliklerinin Belirlenmesi* (Doctoral dissertation, Sakarya Üniversitesi (Turkey)).
- [9] Ukoba, K. O., Eloka-Eboka, A. C., & Inambao, F. L. (2018). Review of nanostructured NiO thin film deposition using the spray pyrolysis technique. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 2900-2915.
- [10] Türhan, İ. (2000). TiO<sub>2</sub> ve katkılı TiO<sub>2</sub> ince filmlerinin hazırlanması ve karakterizasyonu.
- [11] Tıǧlı, S. (2000). ZrO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> ince filmlerinin oluşturulması ve karakterizasyonu.
- [12] Harry, A., Sawawi, M., Kashif, M., Sahari, S. K., & Rusop, M. (2016). Optical, electrical and structural investigation on different molarities of titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) via sol-gel method. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 8(12), 87-91.

- [13] Saad, P. S. M., Sutan, H. B., Shariffudin, S. S., Hashim, H., & Noor, U. M. (2015, November). TiO<sub>2</sub> thin film via sol-gel method: Investigation on molarity effect. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 99, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- [14] Yazid, S. A., Rosli, Z. M., & Juoi, J. M. (2019). Effect of titanium (IV) isopropoxide molarity on the crystallinity and photocatalytic activity of titanium dioxide thin film deposited via green sol-gel route. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(1), 1434-1439.
- [15] Lourduraj, S., & Williams, R. V. (2017). Effect of molarity on sol-gel routed nano TiO<sub>2</sub> thin films. *Journal of Advanced Dielectrics*, 7(06), 1750042.
- [16] Ozer, N., Demiryont, H., & Simmons, J. H. (1991). Optical properties of sol-gel spin-coated TiO<sub>2</sub> films and comparison of the properties with ion-beam-sputtered films. *Applied Optics*, 30(25), 3661-3666.
- [17] Kaliwoh, N., Zhang, J. Y., & Boyd, I. W. (2000). Titanium dioxide films prepared by photo-induced sol-gel processing using 172 nm excimer lamps. *Surface and Coatings Technology*, 125(1-3), 424-427.
- [18] Khan, M. I., Bhatti, K. A., Qindeel, R., Althobaiti, H. S., & Alonizan, N. (2017). Structural, electrical and optical properties of multilayer TiO<sub>2</sub> thin films deposited by sol-gel spin coating. *Results in physics*, 7, 1437-1439.
- [19] UYSAL, S., & Aytunç, A. T. E. Ş. (2023, February). Dipping Time and Annealing Effect on TiO<sub>2</sub> Thin Films Grown by Sol-Gel Dip Coating Method (SGDC). In *International Conference on Frontiers in Academic Research* (Vol. 1, pp. 362-368).
- [20] S. Chelbi D. Djouadi and A. Chelouche T., Structural and morphological properties of titanium dioxide-based sol-derived materials synthesized in different supercritical organic solvents *Touam Journal of Sol-Gel Science and Technology* (2020) 93:527–534 <https://doi.org/10.1007/s10971-020-05217-y>
- [21] Yazid, S. A., Rosli, Z. M., & Juoi, J. M. (2019). Effect of titanium (IV) isopropoxide molarity on the crystallinity and photocatalytic activity of titanium dioxide thin film deposited via green sol-gel route. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(1), 1434-1439.
- [22] Hafizah, N. N., Musa, M. Z., Mamat, M. H., & Rusop, M. (2013). Characterization of titanium dioxide nanopowder synthesized by sol gel grinding method. In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 425-429). Trans Tech Publications Ltd.

- [23] Chelbi, S., Djouadi, D., Chelouche, A., Hammiche, L., Touam, T., & Doghmane, A. (2020). Effects of Ti-precursor concentration and annealing temperature on structural and morphological properties of TiO<sub>2</sub> nano-aerogels synthesized in supercritical ethanol. *SN Applied Sciences*, 2, 1-10.
- [24] Koral, C., Fantauzzi, M., Imparato, C., Papari, G. P., Silvestri, B., Aronne, A., ... & Rossi, A. (2020). Defects in the amorphous–crystalline evolution of gel-derived TiO<sub>2</sub>. *The Journal of Physical Chemistry C*, 124(43), 23773-23783.
- [25] Araoyinbo, A. O., Abdullah, M. M. A. B., Salleh, M. A. A. M., Aziz, N. N. A., & Azmi, A. I. (2018, March). Phase study of titanium dioxide nanoparticle prepared via sol-gel process. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 343, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- [26] Lau, L. N., Ibrahim, N. B., & Baqiah, H. (2015). Influence of precursor concentration on the structural, optical and electrical properties of indium oxide thin film prepared by a sol–gel method. *Applied Surface Science*, 345, 355-359.
- [27] Yildirim, M. A., Ateş, A., & Astam, A. (2009). Annealing and light effect on structural, optical and electrical properties of CuS, CuZnS and ZnS thin films grown by the SILAR method. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*, 41(8), 1365-1372.
- [28] Malek, M. F., Mamat, M. H., Sahdan, M. Z., Zahidi, M. M., Khusaimi, Z., & Mahmood, M. R. (2013). Influence of various sol concentrations on stress/strain and properties of ZnO thin films synthesised by sol–gel technique. *Thin Solid Films*, 527, 102-109.
- [29] Rajeswari, R., Venugopal, D., Jayabal, P., & Dhayal, R. A. (2020). Fabrication and Characterization of TiO<sub>2</sub> Thin Films and n-TiO<sub>2</sub>/p-Si Junction Diodes via Dip Coating Technique. *Acta Phys. Pol. A*, 138, 539-545.
- [30] Abd El-Moula, A. A., Raaif, M., & El-Hossary, F. M. (2020). Optical Properties of Nanocrystalline/Amorphous TiO<sub>2</sub> Thin Film Deposited by rf Plasma Magnetron Sputtering. *Acta Physica Polonica, A*, 137(6).
- [31] Kang, M., Kim, S. W., & Park, H. Y. (2018). Optical properties of TiO<sub>2</sub> thin films with crystal structure. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 123, 266-270.

## AGING AND LAYER EFFECT ON CHARACTERISTICS PROPERTIES OF TiO<sub>2</sub> THIN FILMS GROWN BY SOL-GEL SPIN COATING (SGSC) METHOD

Samet UYSAL and Aytunç ATEŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,  
Metallurgy and Material Science Department

- ORCID ID: 0009-0005-1926-4916

- ORCID ID: 0000-0002-5802-9207

### ABSTRACT

Titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) as a semiconductor has a wide band gap, high dielectric constant, high transmittance in the visible region of the spectrum, and a large refractive index, which has a different areas of uses from many other semiconductors. TiO<sub>2</sub> thin films were grown by spin coating technique on glass substrates by sol-gel method. Aging time and number of layers effect on thin film's structural and optical properties were investigated. The solution was aged for 1, 7, 14, 21, 28 and 56 days. The aged solution was coated on glass substrates with different 3, 5 and 10 layers. For structural and optical characterization Scanning Electron Microscopy (SEM), X-Ray Diffraction (XRD) and Ultraviolet-Visible Spectroscopy (UV-vis) analyzing have been done. SEM images of TiO<sub>2</sub> thin films show that non-uniformity and roughness with pores and increase in dispersion and agglomeration are observed with the effect of aging and the number of layers. XRD results show that the TiO<sub>2</sub> thin films are amorphous phase and no peak formation was observed with the aging of the films. As a result of the absorption analysis, it is seen that the absorption thresholds of the thin films for aged up to 14 days shifted towards to longer wavelengths and for aged 14 up to 56 days shifted towards to shorter wavelengths. The optical band gap energies of TiO<sub>2</sub> thin films for aged 1, 7, 14, 21, 28 and 56 days, respectively as 3.47, 3.36, 3.22, 3.51, 3.55, 3.56 eV for 3 layers and 3.32, 3.26, 3.19, 3.66, 3.54, 3.45 eV for 5 layers.

**Keywords:** TiO<sub>2</sub>, SGSC, aging, layer number effect, optical bandgap

### 1. INTRODUCTION

TiO<sub>2</sub>, an important inorganic compound; It is one of the most widely used semiconductor materials due to its economic properties, high photoconductivity, easy availability, high refractive index and wide band gap. Due to these properties, it is widely used in high temperature gas sensors, solar cells, as an anode in lithium batteries, as a biosensor and biocompatible material in bone implants as antibacterial [1]. Another feature that distinguishes TiO<sub>2</sub> thin films from other semiconductors is that they can be used as photocatalysis. In 1966,

TiO<sub>2</sub> was separated into water components using an electrode, and after it was demonstrated in 1977 that cyanide in water could be separated with its use, TiO<sub>2</sub> had a use in solving environmental problems caused by organic wastes [2, 3]. The methods used in TiO<sub>2</sub> growth can be divided into three as gaseous state (atomic deposition), solution state (particular deposition) and molten or semi-molten state (full thickness deposition). The main production methods are PVD and CVD for the gaseous state, laser and thermal spraying for the molten or semi-molten state, chemical solution deposition, electrochemical deposition and sol-gel for the solution state [4]. Sol-gel has been the most suitable and most preferred method of obtaining thin films due to its features such as obtaining films homogeneously, covering large areas easily, and low cost. The state of solid material in liquid suspension is called sol. Since the electrical repulsion forces between the molecules and the Van Der Waals effect are greater than the gravitational force, the materials that make up the sol cannot precipitate to the bottom. The substance formed when the molecule reaches large sizes in solution is called gel [5]. The basic steps in this process are; It is the process of hydrolysis of starting materials to form a homogeneous sol, condensation of the sol to form a gel network, and removal of solvents from the system. The stage that comes after the gel formation from the sol structure by hydrolysis and condensation reactions is the aging stage. The waiting time for a wet gel to be stored for a long time and turned into a stable structure with the reactions of the chemicals in it is called the aging process. The change process during aging can be classified as polymerization, shrink, coarsening and phase change [6].

Gursoy grew titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) thin films on glass substrates using the sol-gel technique. The solution, which was aged 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42 and 49 days, was grown in different layers by spin coating method and annealed at different times. XRD peak of films obtained from solutions aged up to 35 days intensity increased and FWHM value decrease. When the absorption data were examined, it was determined that solution aging caused a decrease in the band-gap energy. It was determined that the FWHM value and forbidden energy value of the films obtained after 35 days of solution aging were increased. XRD peak intensity and crystallite size increased with increase in layer number and annealing time and a decrease in band-gap energy was determined. It has been determined that the structural and optical properties of TiO<sub>2</sub> thin films vary according to solution aging, number of layers and annealing time [7]. Senai et al., TiO<sub>2</sub> film was grown on glass substrate using sol-gel spin coating method. The effects of growth conditions such as the percentage of ethanol used as a solvent, the number of layers and the annealing condition on the structural, morphological and electrical properties of the produced film were investigated. After annealing at 500°C, anatase crystal phase was observed in the TiO<sub>2</sub> thin film. XRD peak intensity increased with increasing layer number. It was determined that the crystallization quality of the 5 layer thin film obtained from the solution using 20% ethanol solvent was better [8]. Malliga et al. grew TiO<sub>2</sub> thin films by the SGSC method and investigated the number of layers. It was determined that as the number of layers increased, the crystallite size increased from 6.3 nm to 35.5 nm and the peak intensities increased. As the film thickness increased, the transmittance decreased and there was a decrease in the band-gap energy from 3.90 to 3.45 eV [9]. Wen et al., prepared TiO<sub>2</sub> thin films by hydrolysis of titanium butoxide by sol-gel method. After the thermal behavior at 550 °C for 3.5 hours, it was observed that the surface was cracked and the crystals were disordered distributed



inside the TiO<sub>2</sub> films [10]. Zoppi et al., prepared TiO<sub>2</sub> by hydrolysis and polycondensation of titanium tetraisopropoxide. From the XRD results, they observed that the films prepared at 100 °C were amorphous, the films prepared at 400 °C and 600 °C were anatase and those prepared at 800 °C were rutile [11].

In our previous study, it was reported that annealing temperature and dipping time affect the optical and structural properties of TiO<sub>2</sub> thin films grown by solgel dip coating method (SGDC). It was observed that the particles exhibited a spherical form and the grain sizes increased with the increase of the annealing temperature. It was determined that the films annealed above 400 °C degrees were in the TiO<sub>2</sub> anatase phase and the crystal sizes increased with the increase in annealing temperature. It was observed that bandgap values decreased from 3.31 to 3.06 eV with increasing annealing temperature and increased with increasing dipping time [12].

In this study, the TiO<sub>2</sub> solution prepared by the sol-gel method was aged on different days and then grown for different layers by the spin coating method. Structural and optical analyzes were performed to examine the effect of aging time and number of layers.

## 2. MATERIALS and METHODS

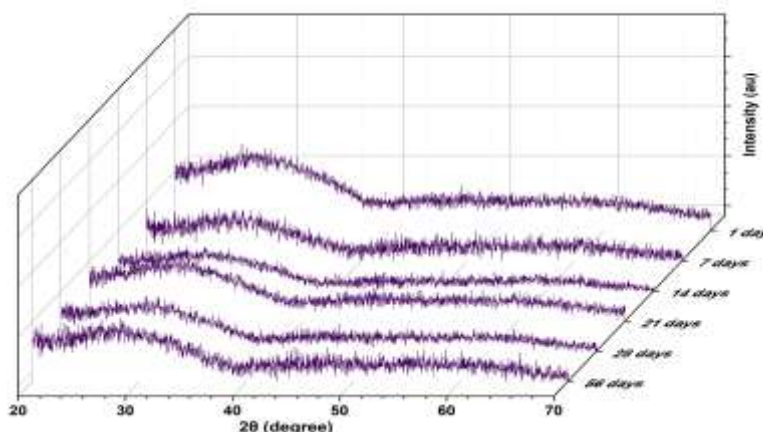
Through the use of a heat-assisted sol-gel spin coating technique, TiO<sub>2</sub> thin films were produced. Additionally, 97.00% Titanium Isopropoxide (TTIP), a product of Sigma Aldrich (Germany), and 99.90% ethanol were utilized as the precursor for TiO<sub>2</sub> and the solvent, respectively. Dropwise additions of a mixture of acetone (7.5 ml) and ethanol (15 ml) were made to the solution after it had been agitated on a magnetic stirrer for 10 minutes. To ensure thorough hydrolysis, the solution was stirred continuously for 90 minutes at a speed of 600 rpm. Then, it was matured in a desiccator at room temperature for varying lengths of time (1, 7, 14, 21, 28 and 56 days).

In deionized water, methanol, and deionized water, respectively, glass substrates were cleaned by ultrasonically. The substrate was put in a spin coater once it had dried. The spin coater was used to coat the TiO<sub>2</sub> thin films. After being static-dispensed onto the glass substrates, the aged sol was spun for 30 seconds at a higher speed of 3000 rpm. All spin-coated films underwent a 3 minute calcination at 250 °C before being cooled to room temperature and characterized. Each solution had a distinct age day, and this procedure was repeated three, five, and ten times for each.

Utilizing X-ray diffraction (Miniflex 600, Rigaku), scanning electron microscopy (FlexSEM 1000 II, Hitachi), and UV-visible spectroscopy, the structural, morphological, and optical studies were carried out.

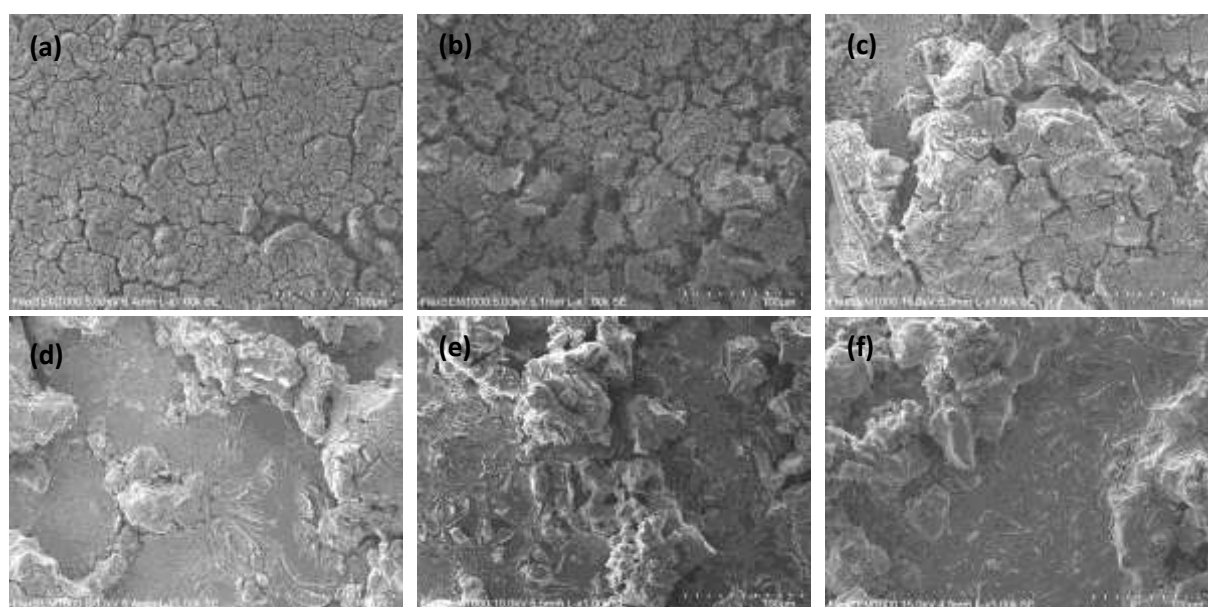
### 3. RESULTS and DISCUSSIONS

The crystal structure was studied using the XRD method at two-degree angles from 20° to 70°. Figure 4 shows XRD patterns for 1, 7, 14, 21, 28, and 56 days of as-deposited thin films (see Fig. 1). XRD results show that the TiO<sub>2</sub> thin films are in an amorphous phase, and no peak formation was observed with the aging of the thin films.



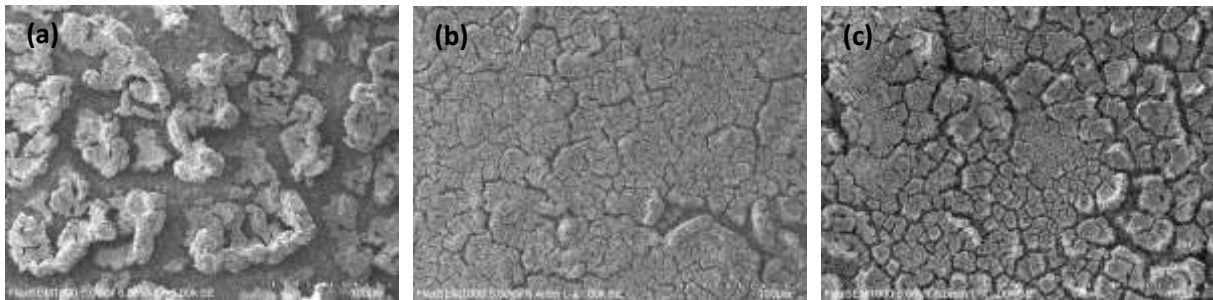
**Figure 1.** XRD pattern of TiO<sub>2</sub> thin films for 1, 7, 14, 21, 28 and 56 days.

The as-deposited film for the 1, 7, 14, 21, 28 and 56 day (Fig. 2) and 3, 5 and 10 layers (Fig. 3) samples underwent SEM analysis. Both times, the covering showed signs of being uneven, and granular particles were seen with scattered cracks. Lattice mismatch, the evaporation of solvent molecules that are not properly bound to the substrate, thermal expansion, and other variables can all lead to crack formation. In other words, fracture formation would result from the relaxation of tensile stress [13]. During the drying process, which involves the development of significant internal tensions in the TiO<sub>2</sub> coating, solvent evaporation takes place.



**Figure 2.** SEM images for 1 (a), 7 (b), 14 (c), 21 (d), 28 (e) and 56 (f) days for 5 layers.

We can see that the substrate has a smooth surface with well defined boundaries and is unevenly covered with huge aggregates that are typically 10  $\mu\text{m}$  broad. Large cracks that separate the aggregates most likely developed during drying as a result of surface tension between the film and the air. As people get older, they smoke less (see Fig. 2). For 3,5 and 10 layers, however, the surface smooting is enhanced up to 5 layers before being reduced once more. Ingeniously, the aggregate size rose for 3, 5, and 10 layers. The nucleation on the substrate, which was then followed by the stacking of additional atoms in thin films, was the cause of more densely packed cracks [14]. It was clear that the number of cracks had increased.

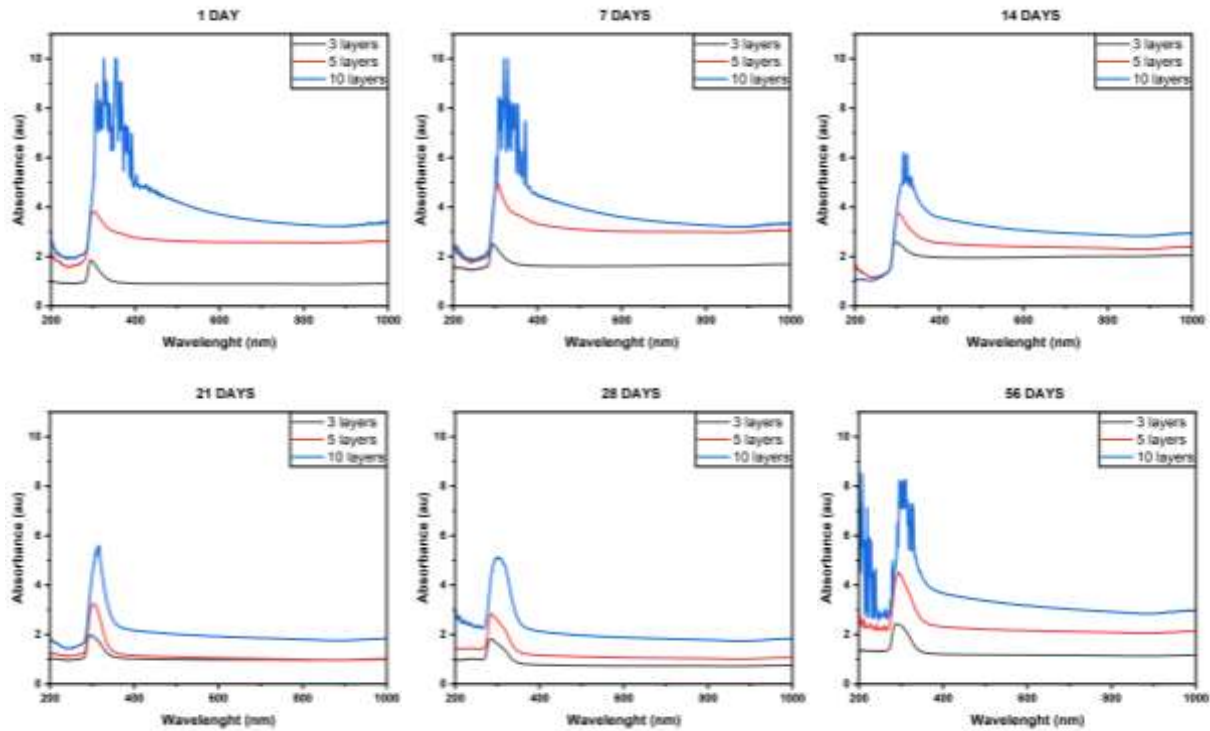


**Figure 3.** SEM images for 1 day for 3 (a), 5 (b), 10 (c) layers.

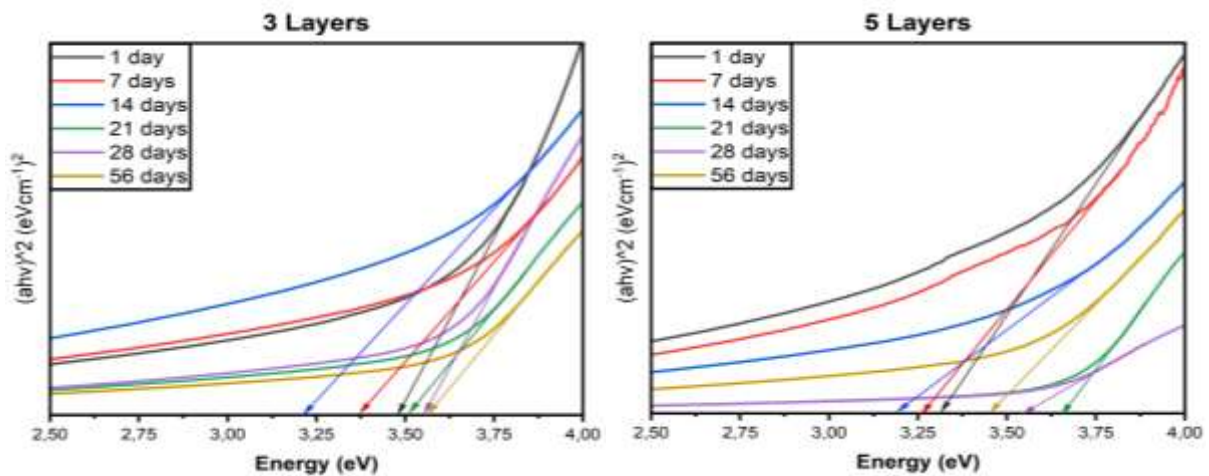
The optical properties of the three different samples as analyzed using UV-Visible Spectroscopy (UV-2600 Shimadzu) in the 200 to 1000 nm wavelength range for 1, 7, 14, 21, 28, and 56 days (for 3, 5, and 10 layers) are shown in figure 4. The increased aging of the film caused a change in band structure. The band gap energy of  $\text{TiO}_2$  thin films can be determined from a plot of  $(\alpha h\nu)^2$  versus energy ( $h\nu$ ), as shown in Fig. 5 [15, 16, 17].

$$\alpha h\nu = A(h\nu - E_g)^n \quad (1)$$

where A is a constant,  $E_g$  is the band gap value. The band gap value has been determined by extrapolating the straight line portion at  $\alpha = 0$  as seen in Fig.5. The calculated bandgap values are given in Table.1 and Figure 6.



**Figure 4.** Absorption spectra of TiO<sub>2</sub> thin films for 1, 7, 14, 21, 28 and 56 days (for 3, 5, 10 layers)

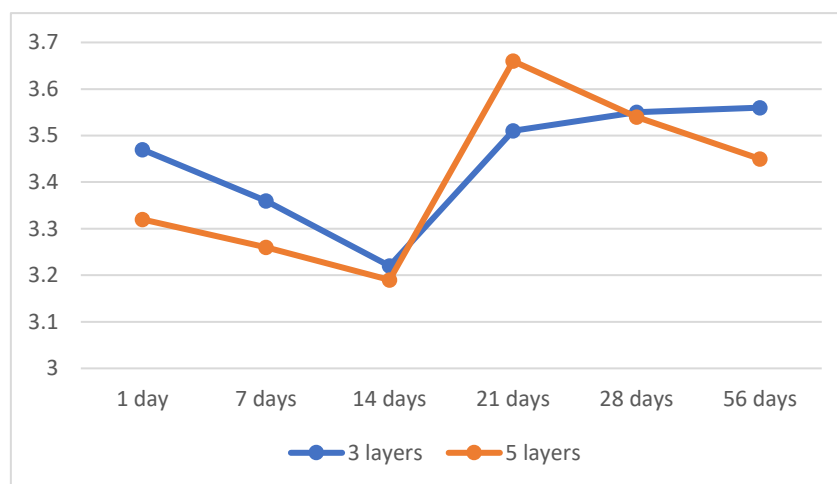


**Figure 5.**  $(\alpha h\nu)^2$  versus energy  $(h\nu)$  for 1, 7, 14, 21, 28 and 56 days (for 3, 5 layers)

TiO<sub>2</sub> exhibits significant UV absorption, with the absorption edge occurring at a wavelength of roughly 400 nm. TiO<sub>2</sub> NPs have an exothermic peak at a wavelength of about 300 nm. By adding more layers, the excitonic absorption peak of NPs was moved to a region around 400 nm. The increase in Ti nanoparticle oxidation may possibly be to blame. The phase transition of NPs is another factor contributing to the excitonic peak's red shift. The metastable TiO<sub>2</sub> nanoparticles' excitonic absorption peak has a wavelength of 300 nm; when the number of layers increased, these peaks changed to a wavelength of 400 nm [18].

**Table 1.** Bandgap valeus of TiO<sub>2</sub> thin film as a function of aging and layers

	1 day	7 days	14 days	21 days	28 days	56 days
3 layers	3.47 eV	3.36 eV	3.22 eV	3.51 eV	3.55 eV	3.56 eV
5 layers	3.32 eV	3.26 eV	3.19 eV	3.66 eV	3.54 eV	3.45 eV


**Figure 6.** Bandgap changing with the aging day for 3 and 5 layers

Because of the densification brought on by a reduction in porosity, the bandgap has decreased [19]. As the reaction and hydrolysis take place during aging to build a homogenous and stable structure, a sol-gel mesh is created. The crystallinity and electron transportability are impacted by this sol-gel meshing. Changes in film density, grain size, and dislocation density may all have an impact on the band gap narrowing that occurs with more coating cycles [20].

#### 4. CONCLUSION

The spin-coating approach was utilized to create the thin films after the sol-gel method was employed to create the initial solutions for the TiO<sub>2</sub> thin films. Investigated were the effects of aging on the qualities of films. For this, aged solutions were used to spin coat 3-, 5-, and 10-layer films that were made after the films were aged for 1, 7, 14, 21, 28, and 56 days. Investigations were done into how aging and the quantity of layers affected the structural and optical characteristics. According to the findings, age and the quantity of layers affected the structural characteristics of thin-film TiO<sub>2</sub> films, which in turn affected the optical properties. These findings once again demonstrated to us how the applicable process's parameters and operating conditions influence the structural properties, which in turn influence the other properties.

#### Acknowledgments

This study was financially supported by Ankara Yıldırım Beyazıt University Scientific Research Fund [project code: FYL-2022-2427]

**REFERANCES:**

- [1] Süslü, A., Özdemir, M., Tekmen, Ç., Çelik, E., & Cöcen, Ü. (2009). Gümüş Katkılı TiO<sub>2</sub> Nanofiberlerin Elektro-Eğirme Yöntemi ile Üretilmesi ve Karakterizasyonu.
- [2] Fujishima, A., Rao, T. N., & Tryk, D. A. (2000). Titanium dioxide photocatalysis. *Journal of photochemistry and photobiology C: Photochemistry reviews*, 1(1), 1-21.
- [3] Frank, S. N., & Bard, A. J. (1977). Heterogeneous photocatalytic oxidation of cyanide ion in aqueous solutions at titanium dioxide powder. *Journal of the American Chemical Society*, 99(1), 303-304.
- [4] Abegunde, O. O., Akinlabi, E. T., Oladijo, O. P., Akinlabi, S., & Ude, A. U. (2019). Overview of thin film deposition techniques. *AIMS Materials Science*, 6(2), 174-199.
- [5] Brinker, C. J., & Scherer, G. W. (1990). The physics and chemistry of sol-gel processing. *Sol-gel science*, 3, 115-119.
- [6] TOYGUN, Ş., KÖNEÇOĞLU, G., & KALPAKLI, Y. (2013). General principles of sol-gel. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 31(4), 456-476.
- [7] Gürsoy, T. *Sol-jel tekniği ile büyütülen TiO<sub>2</sub> ince filmlerin yapısal ve optik özelliklerinin incelenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [8] Senain, I., Nayan, N., & Saim, H. (2010). Structural and electrical properties of TiO<sub>2</sub> thin film derived from sol-gel method using titanium (IV) butoxide. *International Journal of Integrated Engineering*, 2(3).
- [9] Malliga, P., Pandiarajan, J., Prithivikumaran, N., & Neyvasagam, K. (2014). Influence of film thickness on structural and optical properties of sol-gel spin coated TiO<sub>2</sub> thin film. *J. Appl. Phys*, 6, 22-28.
- [10] Wen, T., Gao, J., Shen, J., & Zhou, Z. (2001). Preparation and characterization of TiO<sub>2</sub> thin films by the sol-gel process. *Journal of Materials Science*, 36, 5923-5926.
- [11] Zoppi, R. A., Trasferetti, B. C., & Davanzo, C. U. (2003). Sol-gel titanium dioxide thin films on platinum substrates: preparation and characterization. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 544, 47-57.
- [12] UYSAL, S., & Aytunç, A. T. E. Ş. (2023, February). Dipping Time and Annealing Effect on TiO<sub>2</sub> Thin Films Grown by Sol-Gel Dip Coating Method (SGDC). In *International Conference on Frontiers in Academic Research* (Vol. 1, pp. 362-368).

- [13] Janssen GCAM. Stress and strain in polycrystalline thin films. *Thin Solid Films*. 2007;515(17):6654-64
- [14] Ramya, V., Neyvasagam, K., Chandramohan, R., Valanarasu, S., & Benial, A. M. F. (2015). Studies on chemical bath deposited CuO thin films for solar cells application. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 26, 8489-8496.
- [15] Karatay, A., Aksoy, Ç., Yaglioglu, H. G., Elmali, A., Kürüm, U., Ateş, A., & Gasanly, N. (2011). The nonlinear and saturable absorption characteristics of Ga<sub>0.90</sub>In<sub>0.10</sub>Se and Ga<sub>0.85</sub>In<sub>0.15</sub>Se semiconductor crystals and their amorphous thin films. *Journal of Optics*, 13(7), 075203.
- [16] Yıldırım, M. A., Güzeldir, B., Ateş, A., & Sağlam, M. (2011). Temperature dependent current–voltage characteristics of the Zn/ZnO/n-Si/Au–Sb structure with ZnO interface layer grown on n-Si substrate by SILAR method. *Microelectronic engineering*, 88(10), 3075-3079.
- [17] Pepe, Y., Yildirim, M. A., Karatay, A., Ates, A., Unver, H., & Elmali, A. (2019). The effect of doping and annealing on the nonlinear absorption characteristics in hydrothermally grown Al doped ZnO thin films. *Optical Materials*, 98, 109495.
- [18] Hong, S. M., Lee, S., Jung, H. J., Yu, Y., Shin, J. H., Kwon, K. Y., & Choi, M. Y. (2013). Simple preparation of anatase TiO<sub>2</sub> nanoparticles via pulsed laser ablation in liquid. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 34(1), 279-282.
- [19] John, B. M., Mugo, S. W., & Ngaruiya, J. M. (2021). Dependence of Optical Band Gap on Crystallite Size of TiO<sub>2</sub> Thin Films Prepared Using Sol Gel Process. *European Journal of Material Science*, 8(1), 1-12.  
(<http://repository.seku.ac.ke/handle/123456789/6253>)
- [20] Pandiaraman, M., Kumar, C., Soundararajan, N., & Ganesan, R. (2011, July). Ellipsometric Studies on Silver Selenide Thin Films. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1349, No. 1, pp. 755-756). American Institute of Physics.





## ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKESİNDE MEYDANA GELECEK KESİNTİLERİN UYGUN ANAHTAR SİMÜLASYONU İLE TEDARİK SÜREKLİLİĞİ İYİLEŞTİRMESİ VE UYGULAMASI

<sup>1</sup>Mutlu Bektaş, <sup>2</sup>Canan Şişman Korkmaz, <sup>3</sup>Alper Terciyanlı

<sup>1</sup>inavitas Enerji A.Ş., Ar-Ge Merkezi, mutlu.bektas@inavitas.com

<sup>2</sup>Endoks Enerji A.Ş., Ar-Ge Merkezi, canan.korkmaz@endoks.com

<sup>3</sup>inavitas Enerji A.Ş., Ar-Ge Merkezi, alper.terciyanli@inavitas.com

### Abstract

Bu çalışmada, elektrik dağıtım şebekesinde meydana gelebilecek kesintilerin uygun anahtar simülasyonu ile kesintiden etkilenen abone sayısının minimize edilmesi konusu ele alınmıştır. Elektrik dağıtım şebekesi, doğal afetler, arıza ve bakım gibi nedenlerden dolayı zaman zaman kesintilere maruz kalabilir. Bu kesintiler abonelerin hayatını olumsuz etkileyebilir ve işletmelerin üretim süreçlerini aksatabilir. Bu çalışmada, kesintilerin önlenmesi veya minimum seviyeye indirilmesi amacıyla bir simülasyon modeli platformu geliştirilmiştir. Bu modelde, uygun anahtarlar kullanılarak kesintilerin etkisi minimize edilmiştir. Bu yöntem, kesintiden etkilenen abone sayısını düşürmekte ve abonelerin kesinti süresince daha az etkilenmelerini sağlamaktadır. Sonuç olarak, elektrik dağıtım şebekelerinde meydana gelen kesintilerin yönetimi için gelişen teknoloji ile şebeke varlıklarının dijitalde modellenmesi, varlıkların özelliklerine göre konfigürasyon yapılması ve anahtarların nereye konumlandırılırsa şebekede ne meydana geldiğini bir pilot fider üzerinde bahsedilmiştir.

**Keywords:** *Dijitalleşme, Simülasyon, Elektrik dağıtım, Dijital İkiz*

### 1. Giriş

Elektrik dağıtım sisteminde tedarik sürekliliği açısından en önemli konulardan bir tanesi Kesintiden etkilenen abone sayısının minimum şekilde gerçekleşmesidir. Bu sebeple elektrik dağıtım şirketleri, sistemlerini daha akıllı ve daha dijital hale getirmektedir. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Kesinti Yönetim Sistemi (KYS) entegre olan dağıtım şebekesinde herhangi bir noktada kesinti oluştuğunda kaç abonenin etkilendiğinin bilgisini veren, uygun anahtar konumlandırılarak bu abone sayısındaki değişikliği görmemizi sağlayan dijital sistemde kullanılan yöntemler, arayüzler ve sistem mimarisi hakkında bilgi verilecektir.

Geliştirilen sistem ile SAIDI ve SAIFI değerleri azalacak, dağıtım şirketi tarafından şebeke yatırımları yapılmadan önce dijital ortamda test edilebilecektir. Şebekede kesintiden etkilenen abone sayısının ve bölgenin görülmesi ile kritik yüklerin görülmesinde (hastane, huzurevi, ecza depoları vb.) bununla birlikte bölgede uygun anahtarlama ile daha az sayıda abonenin kesintiden etkilenmesi sağlanacaktır.

Elektrik dağıtım şebekesi ile ilgili bilgilerin ve varlıkların dijital olarak modellenmesi ile şebekenin güncel durumu izlenebilir ve gelecekteki sorunlar önceden tahmin edilerek çözümler üretilebilir. Ayrıca, elektrik şebekesinin planlanması, yönetimi ve bakımı için şebekenin dijital ortamda modellenmesi ve bunun CBS ve KYS gibi sistemler ile entegre olarak yürütülmesi gerekmektedir.

Kesintiden etkilenen abone sayısını azaltmak için, öncelikle şebekenin fiziksel altyapısının iyileştirilmesi gereklidir. Bununla birlikte, dijital ikiz sayesinde şebeke yönetimi ve planlaması daha verimli hale getirilebilir. Böylelikle, şebekenin daha iyi yönetilmesi ve kesintilerin daha hızlı bir şekilde giderilmesi sağlanır. Dijital ikiz modeli ile kesintilerin nedenleri daha hızlı bir şekilde belirlenebilir ve çözümler üretilebilir. Böylece, kesintilerin süresi ve etkisi azaltılarak kesintiden etkilenen abone sayısı düşebilir. Elektrik dağıtım şebekelerinde akıllı şebeke ve dijital yatırımlar giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışma ile elektrik dağıtım şebekesinde modellenen pilot fider üzerinden, kesinti simülasyonu kesintiden etkilenen abone sayısı, dağıtılamayan enerjinin maliyeti ve yaklaşık kaç birim enerjinin tüketilemediği gösterilmektedir.

## 2. CBS-KYS-OSOS NEDİR VE NEDEN KULLANILMAKTADIR

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), elektrik dağıtım şirketleri tarafından kullanılan bir yazılım aracıdır. CBS, coğrafi verileri toplar, yönetir ve analiz eder. Elektrik dağıtım şirketleri, CBS kullanarak dağıtım şebekelerindeki tesislerin, trafoların, hatların, sayaçların ve diğer donanımların coğrafi konum bilgilerini kaydedebilirler. Bu bilgiler daha sonra, ekiplerin saha çalışmalarını yönlendirmelerine, arızaların hızlı bir şekilde tespit edilmesine ve müşteri taleplerinin daha etkili bir şekilde yönetilmesine yardımcı olur.

Kesinti Yönetim Sistemi (KYS), elektrik kesintilerinin yönetilmesine yardımcı olur. Sistem, dağıtım şebekesinde meydana gelen arızaları, kesintileri, bakım çalışmalarını ve diğer olayları takip eder. KYS, bu bilgileri kullanarak kesinti süresini minimize etmeye ve müşteri hizmetlerini iyileştirmeye yardımcı olur. Ayrıca, KYS, arızaların nedenlerini belirleyerek gelecekte benzer kesintilerin önlenmesine yardımcı olabilir. Otomatik Sayaç Okuma Sistemi, elektrik enerjisi tüketimini ölçen elektrik sayaçlarının okuma işlemini otomatik olarak gerçekleştiren sistemdir. Bu sistem, elektrik dağıtım şirketleri tarafından kullanılır ve sayaç okuma süreçlerini daha hızlı, doğru ve verimli hale getirir. CBS, KYS, OSOS elektrik dağıtım şirketlerinin operasyonlarını yönetmek için kullandıkları kritik araçlardır. CBS, dağıtım şebekesinin coğrafi verilerini yönetirken, KYS, kesintilerin yönetimini sağlar. Bu sistemler sayesinde, enerji şirketleri taleplere daha hızlı yanıt vererek müşteri hizmetlerini iyileştirebilir ve elektrik dağıtım altyapısının yönetimi daha etkili hale getirilebilir.

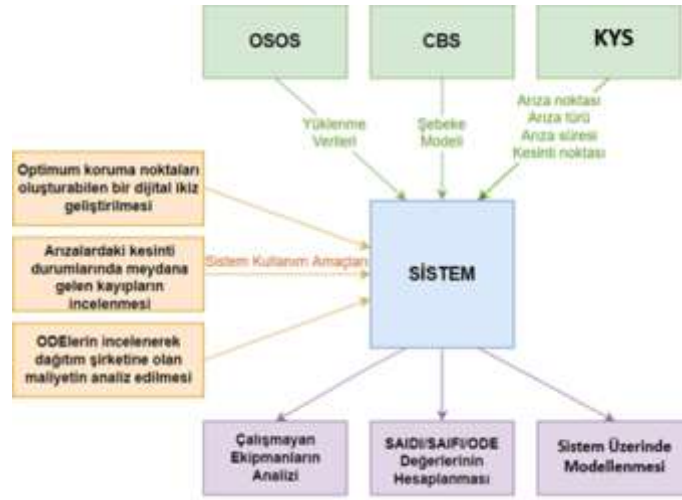
Türkiye’de CBS, KYS ve OSOS gibi sistemleri Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından Usul ve Esaslar kapsamında belirlenen regülasyonlar doğrultusunda yürütülmektedir. Elektrik dağıtım şirketleri tarafından, abonelerin elektrik enerjisi tedariklerinin kesintiye uğraması durumunda, kesinti sürelerinin kaydedilmesi için Tedarik sürekliliği kayıt sistemi (TSKS) kullanılır [1]. TSKS'nin amacı; elektrik tedarik şirketlerinin kesinti sürelerini izleyerek, abonelerin elektrik tedariklerinin sürekliliğini sağlamak ve kesinti sürelerinin azaltılması için gerekli önlemleri almak için veri toplamak ve analiz etmektir. Bu sayede, elektrik şirketleri kesinti sürelerini azaltarak müşteri memnuniyetini artırabilirler. TSKS ayrıca, elektrik tedarik şirketleri ve regülatörler arasında bir iletişim aracı olarak da kullanılabilir. Regülatörler, TSKS ile şirketlerin performansını izleyebilir ve gerekli düzenlemeleri yapabilirler.

TSKS, elektrik dağıtım şirketleri açısından müşteri memnuniyetini artırmak, kesinti sürelerini azaltmak ve daha verimli bir elektrik dağıtım sistemi oluşturmak için son derece önemlidir. Şebeke işletim teknolojileri ve yazılım sistemleri ile varlık/operasyonların izlenmesi, kontrol

ve analiz edilerek yatırım ve operasyonlarını etkili bir şekilde yönetilmesi için CBS, KYS ve OSOS daha gelişmiş teknolojilerin kullanılmasına ihtiyaç vardır.

### 3. DİJİTAL MODELİN SİSTEM MİMARİSİ

Dijital ikiz model platformda konumuna ve donanımında yaşanan kesintinin analitik detaylarına erişimi sağlayacak Dijital ikiz modelinin parametreleri ise “Varlık ID, Şehir, Bölge, Kesinti Sayısı, Toplam Müşteri, Kesinti Süresi, (Toplam Müşteri x Kesinti Süresi) ve Ortalama Dağıtılamayan Enerji (ODE)” olarak görülmektedir [2].



Görselde yer alan sistem mimarisinde de görüleceği üzere Otomatik Sayaç Okuma Sistemi (OSOS), CBS ve KYS entegrasyonu ile şebekede oluşacak kesintilerin;

- Koruma noktaları oluşturabilen şebekenin dijitalleşmesi,
- Arızalardaki kesinti durumlarında meydana gelen kayıpların analizi,
- TSKS parametrelerinin Analizi,

Yapılabilmektedir.

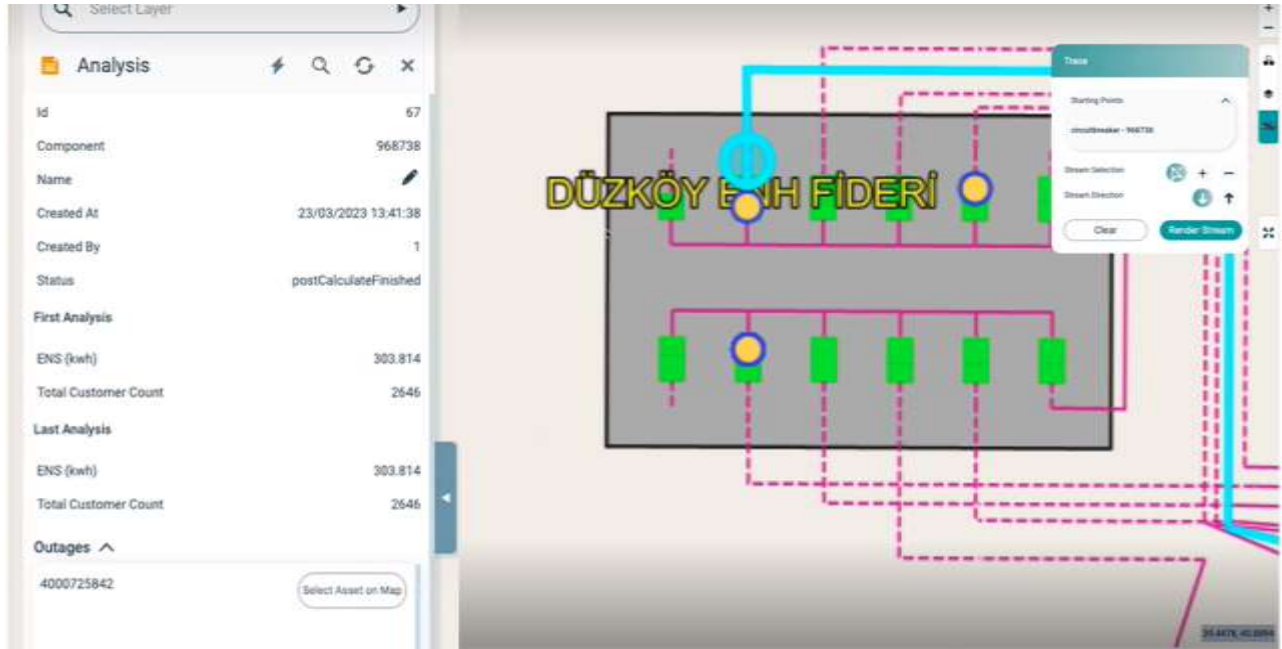
### 4. PILOT FİDER ANALİZİ

Elektrik dağıtım şebekesi anahtarlarının uygun yerleşimi için simülasyon kullanarak optimizasyon yapılabilir. Bu sayede, daha güvenli, verimli ve ekonomik elektrik dağıtım sistemi oluşturulması sağlanabilir.

Gerçekte olmayan koruma noktalarının tanımlanması ile koruma noktaları çıkarabilen, mevcut ve alternatif koruma noktalarının modellenmesi, şebeke topolojisinin belirlenmesini ve şebeke bileşenlerinin fiziksel özelliklerinin karakterize edilmesine ilişkin şebekenin performansını analiz etmek, güç akışı hesaplamaları yapmak ve güç kesintileri gibi sorunları tespit etmek için elektrik dağıtım şirketleri tarafından aktif olarak kullanılabilir [3]. Modeller, genellikle matematiksel formüller ve yazılım araçları kullanılarak oluşturulmuştur. Bu modeller, farklı senaryolarda şebekenin nasıl davranacağını öngörmek sadece kesinti değil, yük artışları, kesicilerin açılması veya kapanması gibi olaylar için yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye entegrasyonunu analiz etmek, şebekenin kapasitesini artırmak için

gerekli güç faktörü düzeltmelerini hesaplamak veya şebekenin genel enerji verimliliğini artırmak için optimize edilmiş enerji yönetimi stratejilerini tasarlamak için de kullanılabilir. Enerji sektöründe bu gibi dijitalleşme çalışmaları, sektörün büyüklüğü nedeniyle büyük ölçekli enerji verimliliğine mümkün kılmaktadır [4].

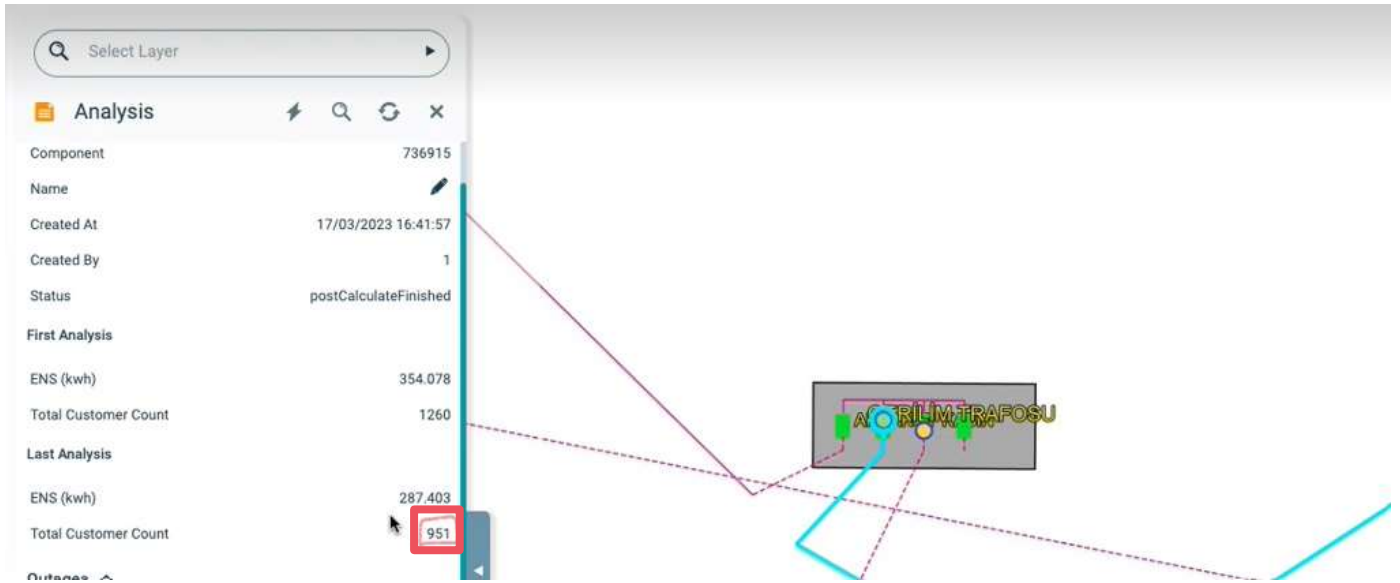
Yapılan çalışma kapsamında geliştirilen sistem ile Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş. sorumluluk bölgesinde yer alan DÜZKÖY ENH fideri üzerinden analiz çalışmaları yapılmıştır. Yapılan analiz çalışmalarında uç birimlerde yapılan bir kesintinin 2646 abonenin etkilendiği görülmüştür. Uç birimin oluşturduğu etkinin minimize edilmesi amacıyla kesintiye yakın bölgeye uygun anahtar konumlandırıldığında ise 203 abonenin etkilendiği görülmüştür. Uygulama sonucundan da görülebileceği gibi, dağıtım sistem operatörü olan elektrik dağıtım şirketleri yapacağı yatırımları bu model yardımı ile simüle ederek kesintiden etkilenen abone sayısını minimize edebilir ve tedarik sürekliliğini sağlayarak müşteri memnuniyetini maksimum seviyede artırabilir.



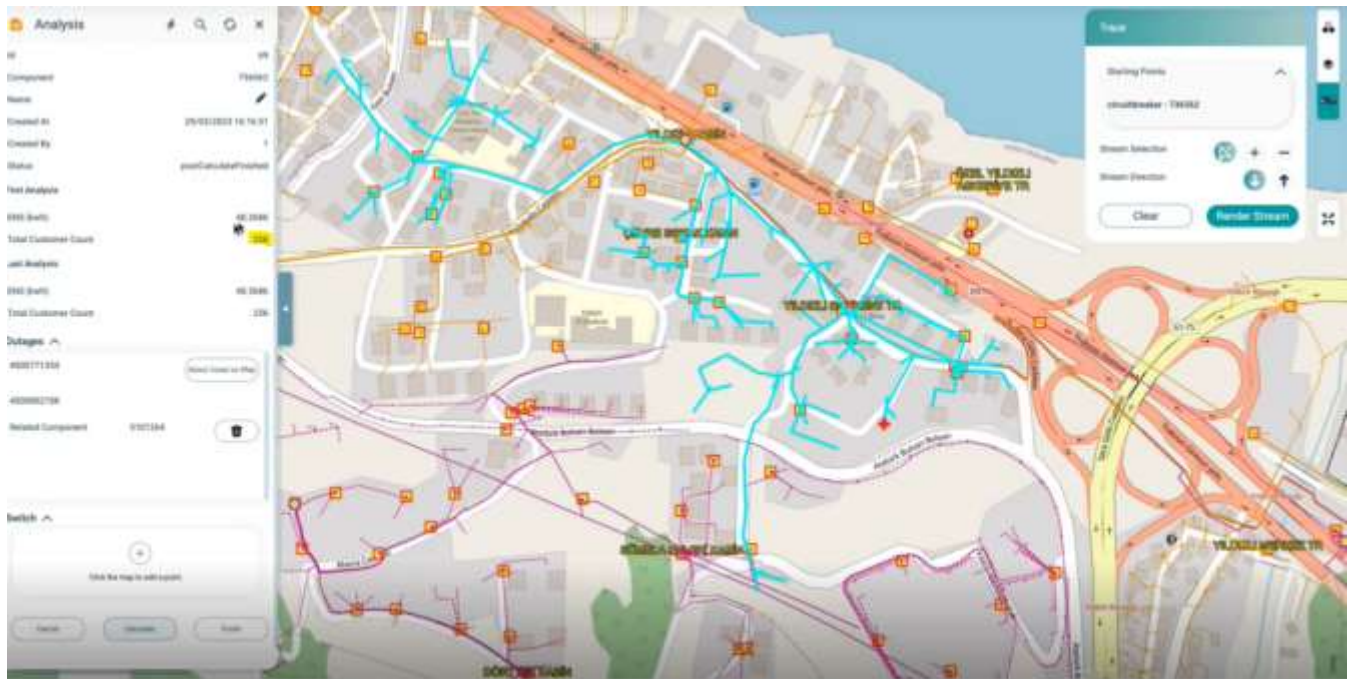


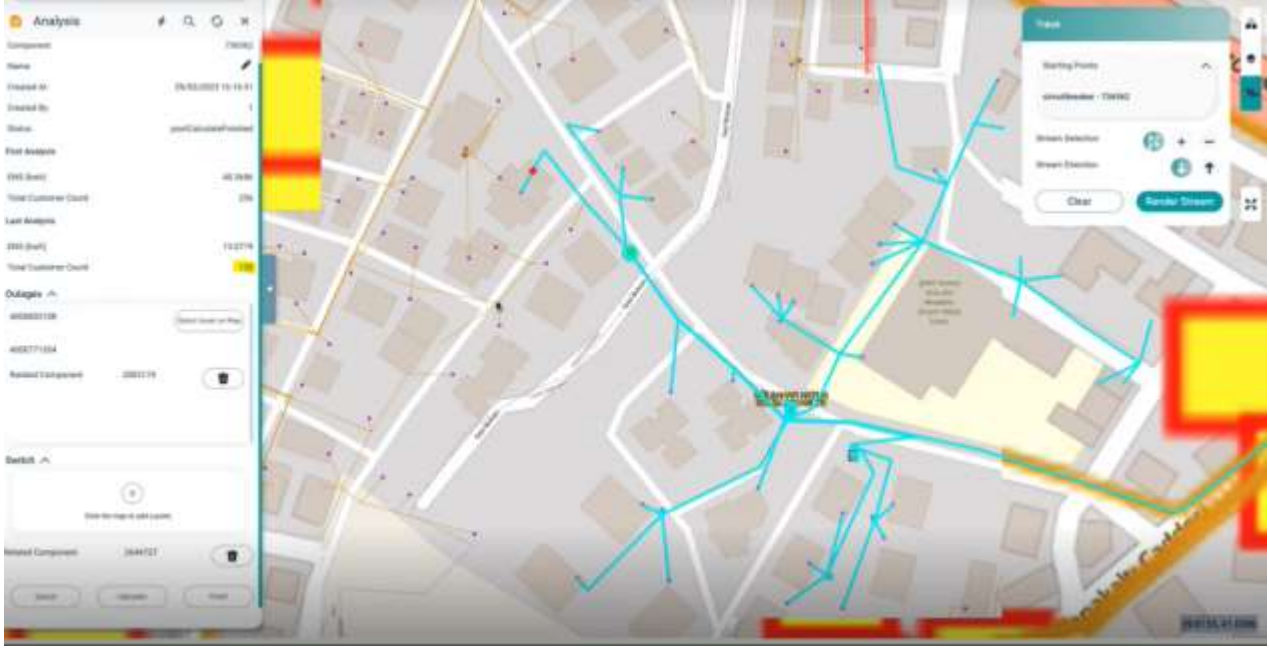
Yapılan çalışma kapsamında geliştirilen sistem ile Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş. sorumluluk bölgesinde yer alan AKÇAKÖY KABİN fideri üzerinden analiz çalışmaları yapılmıştır. Yapılan analiz çalışmalarında uç birimlerde yapılan bir kesintinin 1260 abonenin etkilendiği görülmüştür. Uç birimin oluşturduğu etkinin minimize edilmesi amacıyla kesintiye yakın bölgeye uygun anahtar konumlandırıldığında ise 951 abonenin etkilendiği görülmüştür. Uygulama sonucundan da görülebileceği gibi, dağıtım sistem operatörü olan elektrik dağıtım şirketleri yapacağı yatırımları bu model yardımı ile simüle ederek kesintiden etkilenen abone sayısını minimize edebilir ve tedarik sürekliliğini sağlayarak müşteri memnuniyetini maksimum seviyede artırabilir.





Yapılan çalışma kapsamında geliştirilen sistem ile Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş. sorumluluk bölgesinde yer alan YILDIZLI KABİN fideri üzerinden analiz çalışmaları yapılmıştır. Yapılan analiz çalışmalarında uç birimlerde yapılan bir kesintinin 256 abonenin etkilendiği görülmüştür. Uç birimin oluşturduğu etkinin minimize edilmesi amacıyla kesintiye yakın bölgeye uygun anahtar konumlandırıldığında ise 130 abonenin etkilendiği görülmüştür. Uygulama sonucundan da görülebileceği gibi, dağıtım sistem operatörü olan elektrik dağıtım şirketleri yapacağı yatırımları bu model yardımı ile simüle ederek kesintiden etkilenecek abone sayısını minimize edebilir ve tedarik sürekliliğini sağlayarak müşteri memnuniyetini maksimum seviyede artırabilir.





## 5. SONUÇ

Elektrik dağıtım şebekesinin dijital ikizini çıkarmak, fiziksel şebekenin dijital bir kopyasını oluşturmak anlamına gelir. Bu kopya, gerçek zamanlı olarak güncellenen ve şebeke performansının izlenmesine, analiz edilmesine ve yönetilmesine olanak sağlayan bir bilgi tabanıdır. Elektrik dağıtım şebekesinin dijital ikizi, şebekenin tüm bileşenlerini içerir ve bu bileşenlerin fiziksel özelliklerini, bağlantılarını ve işlevlerini yansıtır. Bu sayede, şebekenin herhangi bir noktasındaki sorunlar ve aksaklıklar hızlı bir şekilde tespit edilebilir ve müdahale edilebilir. Bu çalışmada da görüldüğü üzere uç birimdeki kesintinin 2646 aboneye etki edecek iken uygun anahtar konumlandırılması ile 203 abonenin etkilenmesi simülasyon ortamında görülmüştür.

Dolayısıyla dijital ikiz, şebekenin güç akışı, gerilim düşüşü, kapasite kullanımı ve diğer performans özellikleri gibi verileri gerçek zamanlı olarak toplar ve analiz eder. Bu veriler, şebekenin performansının izlenmesine ve iyileştirilmesine olanak sağlar. Dijital ikiz, şebekenin yüksek doğrulukla modellenmesini sağlar ve planlama ve simülasyon amaçları için kullanılabilir. Şebeke genişlemeleri, yükseltmeleri veya yenilemeleri planlanırken, dijital ikiz kullanarak farklı senaryolar test edilebilir ve en uygun çözüm bulunabilir. Dijital ikiz ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye entegrasyonunu analiz etmek, şebekenin kapasitesini artırmak için gerekli güç faktörü düzeltmelerini hesaplamak veya şebekenin genel enerji verimliliğini artırmak için optimize edilmiş enerji yönetimi stratejilerini tasarlamak için de kullanılabilir. Sonuç olarak, elektrik dağıtım şebekesinin dijital ikizi, şebekenin performansının izlenmesi ve yönetilmesi için kritik bir araçtır. Bu araç, şebeke operatörlerine ve planlamacılara, şebekenin güvenilirliğini artırmak, kesintileri azaltmak ve müşteri memnuniyetini artırmak için önemli bir araç sağlar.

## 6. TEŞEKKÜRLER

Çalışmadaki desteklerinden dolayı inavitas Enerji A.Ş. ve çalışanlarına ayrıca Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği yayınlanmasında emeği geçen Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)'a ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

## 7. KAYNAKLAR

- Elektrik Piyasasında Dağıtım Ve Perakende Satış Faaliyetlerine İlişkin Kalite Yönetmeliği  
Grieves, Michael; Vickers, John (2016). Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems. Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems. (pp. 85–113)
- Zeineldin, H.H., 2006. Optimal Coordination of Overcurrent Relays Using a Modified Particle Swarm Optimization. Electric Power Systems Research 76 (pp. 987 – 995).
- Digital Data Integration Project between a DSO and a University for Sustainability and Efficiency E Kartci, EE Akkus, S Sancar, TA Bugdayci, M Bektas, G Poyrazoglu 2022 IEEE 21st Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON), 648-652



## PRODUCTION OF WASTE GLASS WOOL REINFORCED POLYESTER COMPOSITE AND INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Mustafa DAĞ<sup>1</sup>, Zehra Gülten YALÇIN<sup>2</sup>, and Ercan AYDOĞMUŞ<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Karatekin University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Çankırı, Türkiye, E-mail: mudag@karatekin.edu.tr, Orcid: 0000-0001-9540-3475

<sup>2</sup>Karatekin University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Çankırı, Türkiye, E-mail: zaltin@karatekin.edu.tr, Orcid: 0000-0001-5460-289X

<sup>3</sup>Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Elazığ, Türkiye,

\*Corresponding author E-mail: ercanaydogmus@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0002-1643-2487

### ABSTRACT

In this research, waste glass wool (WGW) reinforced polyester composite has been produced. Waste glass wool is prepared for composite production after being ground and dried. WGW is mixed into orthophthalic unsaturated polyester as a filler in different proportions by mass. After obtaining a homogeneous mixture, certain amounts of methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) and cobalt octoate (Co Oc) are added. The gel mixture is poured into standard molds and waited for 24 hours for it to cure. Then, the necessary physical tests and chemical analyzes are made and the characterization of the polyester composite has been made. According to the results, WGW reinforcement decreases the density of the composite and increases Shore D hardness. The thermal conductivity coefficient of the obtained polyester composite decreases and its insulation property improves. The addition of WGW in thermal decomposition experiments raises the thermal stability of the composite compared to pure polyester. However, WGW reinforcement to polyester composite by mass at high ratios adversely affects both the pore structure and the surface structure.

**Keywords:** Waste glass wool, polyester composite, thermal conductivity, thermal stability, hardness.

### 1. INTRODUCTION

Glass wool is a type of thermal insulation material that is commonly used in construction and building applications. It is made by melting glass and then spinning it into fibers, which are then compressed and bonded together to create a dense mat of insulation material. Glass wool is highly effective at insulating buildings and structures, as it has excellent thermal and acoustic properties. It is also lightweight, easy to install, and resistant to fire and moisture. In addition to its use in insulation, glass wool is also used in a variety of other applications, including as a filter material, as a packing material for shipping delicate items, and as a sound-absorbing material in the automotive and aerospace industries. While glass wool is generally considered safe to use, it can pose a health hazard if the fibers are inhaled. For this reason, it is important

to take proper safety precautions when handling and installing glass wool insulation, such as wearing protective clothing and respiratory equipment [1-7].

Waste glass wool, also known as waste fiberglass insulation, is a type of waste material that is generated when glass wool insulation is removed or replaced from buildings or structures. Waste glass wool can also be generated during the manufacturing process of glass wool insulation. Proper management of waste glass wool is important to minimize its impact on the environment and human health. In many countries, waste glass wool is classified as hazardous waste due to the potential health hazards associated with inhaling its fibers. When managing waste glass wool, it is important to follow local regulations and guidelines for disposal. In many cases, waste glass wool must be properly contained and transported by licensed professionals to a hazardous waste facility for disposal. Recycling of waste glass wool may also be possible in some areas, where it can be processed and reused as a raw material for new products. To reduce the amount of waste glass wool generated, it is important to consider sustainable insulation options that minimize the need for replacement or removal of insulation [2,8,9].

This can include choosing insulation materials that have a long lifespan, are easy to repair or retrofit, and have minimal impact on the environment. Polyester resin is a synthetic material that is commonly used as a matrix in composite materials. Polyester resins are a group of synthetic resins that are commonly used in various industrial applications. They are formed by the reaction of a dicarboxylic acid or anhydride with a diol. The resulting polyester resin is a thermosetting polymer that can be molded or cast into various shapes and sizes. The resins are widely used in the manufacturing of composites, such as fiberglass reinforced plastic, due to their excellent mechanical properties, low cost, and ease of use [10–15].

They can also be used as adhesives, coatings, and sealants in construction, automotive, and marine industries. However, polyester resins have some limitations, including poor resistance to UV radiation and moisture, which can cause degradation over time. Therefore, they are often combined with other materials, such as fillers, additives, and reinforcements, to enhance their properties and durability. Polyester resins can be classified into several types based on their properties and composition, such as orthophthalic, isophthalic, and vinyl ester resins. Each type has its unique characteristics and is suitable for specific applications. Overall, polyester resins are versatile and widely used materials in many industries, and they offer a cost-effective and efficient solution for many manufacturing and construction needs [16–30].

Glass wool added polyester composites have been gaining popularity in various industries due to their excellent mechanical and thermal properties. They offer high strength, durability, and resistance to impact and wear, making them suitable for a wide range of applications, including automotive parts, electrical enclosures, and construction materials. In the future, the use of glass wool reinforced polyester composites will likely continue to grow as more industries recognize the benefits of this material. Research and development efforts are expected to focus on improving the performance of these composites, particularly in terms of increasing their strength and reducing their weight [31–36].

There may be an increased focus on developing sustainable versions of glass wool added polyester composites that are made from recycled materials or renewable resources. This could lead to increased adoption of these composites in industries that prioritize environmental

sustainability. Overall, the future looks promising for glass wool added polyester composites, as they offer numerous advantages over traditional materials and are well-positioned to meet the evolving needs of various industries.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Materials

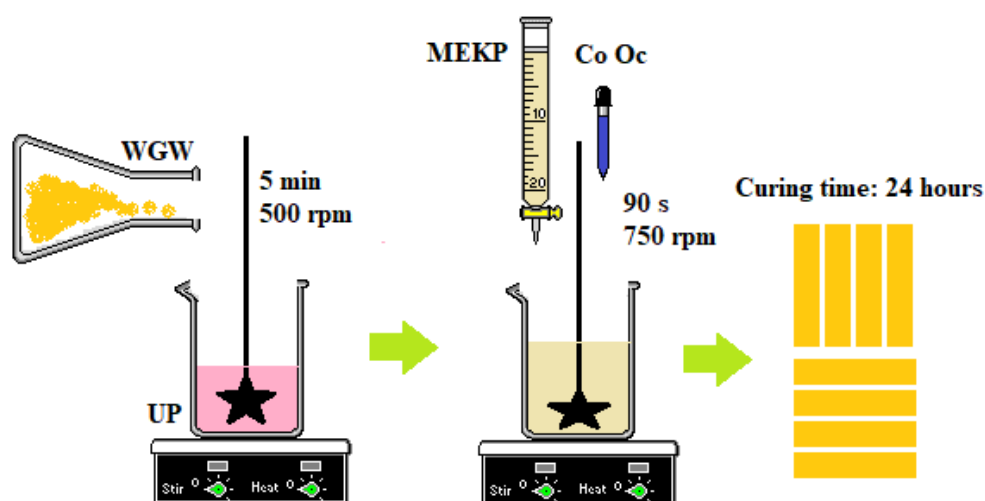
Orthophthalic unsaturated polyester (UP), methyl ethyl ketone peroxide (MEKP), and cobalt octoate (Co Oc) used in this study are purchased from Turkuaz Polyester Company [37-41]. Waste glass wool (WGW) has been procured from a local insulation company (Elazığ/Türkiye).

### 2.2. Methods

In this research, 0.5 wt.%, 1 wt.%, 2 wt.%, and 3 wt.% WGW is homogeneously supplemented into UP. Then, 1.5 wt.% MEKP and 0.5 wt.% Co Oc are added to the mixture and the mixing process is carried out at 750 rpm for 90 seconds. After pouring the resulting gel mixture into standard molds, it is waited for 24 hours for curing. After the curing process is completed, the necessary physical tests and chemical analyses are performed [42-53]. In Table 1, the mass ratios of each component used in composite production are given. In Figure 1, the production stages of WGW reinforced composite are briefly expressed schematically.

**Table 1.** WGW reinforced composite production plan

UP (wt.%)	WGW (wt.%)	MEKP (wt.%)	Co Oc (wt.%)
98.0	0	1.5	0.5
97.5	0.5	1.5	0.5
97.0	1	1.5	0.5
96.0	2	1.5	0.5
95.0	3	1.5	0.5

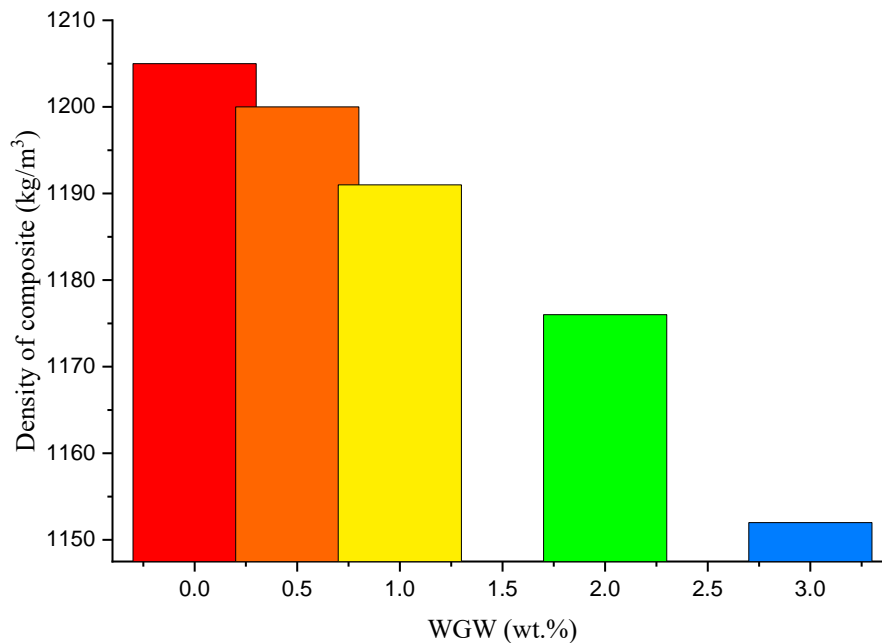


**Figure 1.** WGW reinforced polyester composite production scheme

### 3. RESULTS AND DISCUSSIONS

#### 3.1. The density of WGW Reinforced Polyester Composites

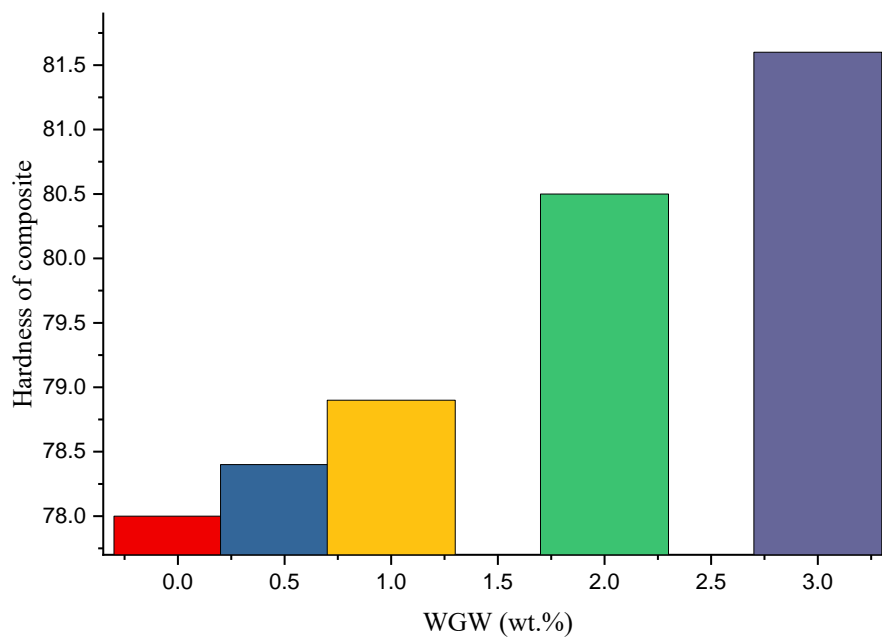
In this study, both environmental wastes are used and a polyester composite with improved properties is produced. As seen in Figure 2, WGF reinforcement reduces the density of the polyester composite.



**Figure 2.** Effect of WGW reinforcement on the density of polyester composite

#### 3.2. Shore D hardness of WGW Reinforced Polyester Composites

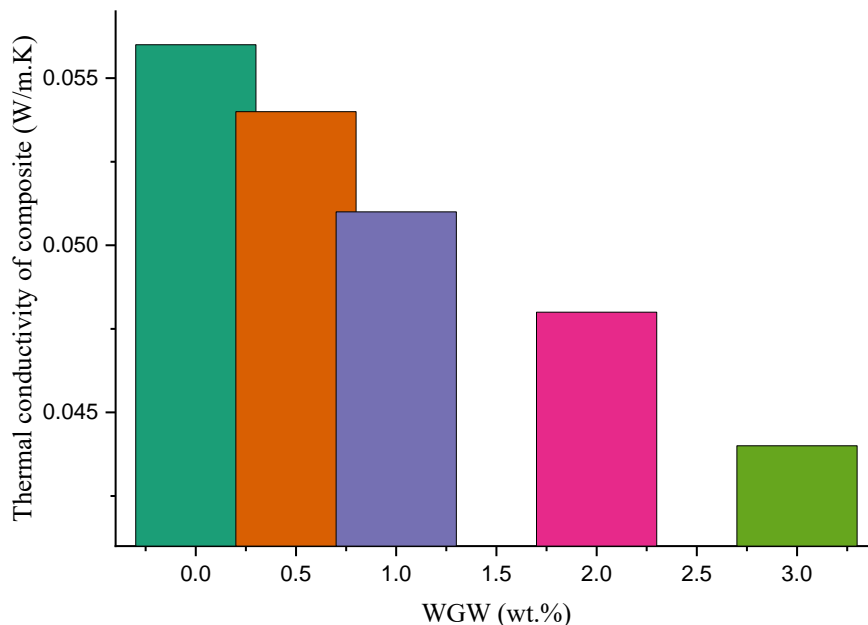
According to the results obtained in experimental studies, waste glass wool (WGW) reinforcement slightly increases Shore D hardness of the polyester composite (Figure 3).



**Figure 3.** Effect of WGW reinforcement on Shore D hardness of composite

### 3.3. Thermal Conductivity of WGW Reinforced Composites

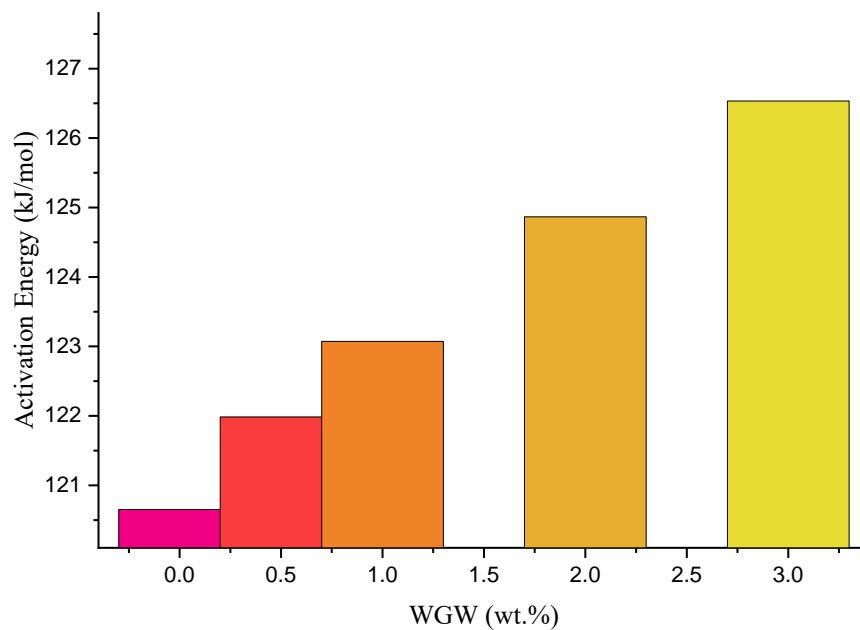
The insulation property of the composite obtained with the filler material is improved. In Figure 4, the thermal conductivity coefficient of the polyester composite decreases with WGW reinforcement.



**Figure 4.** Effect of filler reinforcement on thermal conductivity of composite

### 3.4. Thermal Decomposition of WGW Reinforced Composites

In Figure 5, the activation energy values found from the thermal decomposition curves of polyester composites have been expressed. It is seen that the activation energy rises as WGW ratio goes up in the composite. Calculations are made using Coats Redfern method for the activation energy of the composite. Experimental data have been obtained with three dimensional diffusion equation with the highest coefficient of determination ( $R^2=0.9896$ ). Calculations are performed at a certain conversion rate (between 0.15 and 0.85) in the thermal decomposition curves of the composite. Thermal decomposition experiments have been carried out at a heating rate of 10 °C/min between 20 °C and 600 °C [54-57].



**Figure 5.** The effect of WGW reinforcement on the activation energy of the composite

#### 4. CONCLUSIONS

According to the results obtained in this research, it is seen that some thermophysical properties of the polyester composite are improved with WGW reinforcement. WGW, which pollutes the environment and is difficult to recycle, is used, and polyester composite with improved thermal stability and insulation is produced. Besides, low density and economical composites have been preferred in many sectors. Such polyester materials are used in many areas such as construction, household goods, decoration, and insulation.

#### REFERENCES

- [1] Pavlin, M., Horvat, B., Frankovič, A., and Ducman, V. Mechanical, microstructural and mineralogical evaluation of alkali-activated waste glass and stone wool, *Ceram Int*, 47(11), 15102–15113, 2021.
- [2] Lemougna, P.N. et al. Utilisation of glass wool waste and mine tailings in high performance building ceramics, *Journal of Building Engineering*, 31, 101383, 2020.
- [3] Kapoor, A., Mudgal, S., and Muruganandam, L. Impact of shock waves on glass wool composition and properties, *Mater Today Proc*, 46, 7056–7060, 2021.
- [4] Defáveri, K. et al. Glass wool residue: a potential supplementary cementitious material, 2023.
- [5] Zhao, Q., Casas-Bejar, J., Urbanski, P., and Stokes, K. Glass Wool–H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/CoCl<sub>2</sub> test system for in vitro evaluation of biodegradative stress cracking in polyurethane elastomers, *J Biomed Mater Res*, 29(4), 467–475, 1995.

- [6] Benyamina, I., Manseri, K., Mansour, M., Benalioua, B., Bentouami, A., and Boury, B. New Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO composite deposited on glass wool. Effect of the synthesis method on photocatalytic efficiency under visible light, *Appl Surf Sci*, 483, 859–869, 2019.
- [7] Wang, F., Chen, Z., Wu, C., and Yang, Y. Prediction on sound insulation properties of ultrafine glass wool mats with artificial neural networks, *Applied Acoustics*, 146, 164–171, 2019.
- [8] Do Carmo e Silva Defáveri, K., dos Santos, L.F., Franco de Carvalho, J.M., Peixoto, R.A.F., and Brigolini, G.J. Iron ore tailing-based geopolymer containing glass wool residue: A study of mechanical and microstructural properties, *Constr Build Mater*, 220, 375–385, 2019.
- [9] Lemougna, P.N. et al. Synthesis and characterization of porous ceramics from spodumene tailings and waste glass wool, *Ceram Int*, 47(23), 33286–33297, 2021.
- [10] Rautaray, S., Senapati, P., Sutar, H., and Murmu, R. The mechanical and thermal behaviour of unsaturated polyester matrix (UPM) composite filled with pistachio shell particles (PSP), *Mater Today Proc*, 2022.
- [11] Lerma, T.A., Garcés, V., and Palencia, M. Novel multi- and bio-functional hybrid polymer hydrogels based on bentonite-poly(acrylic acid) composites and sorbitol polyesters: Structural and functional characterization, *Eur Polym J*, 128, 2020.
- [12] Nurazzi, N.M., Khalina, A., Sapuan, S.M., Ilyas, R.A., Rafiqah, S.A., and Hanafee, Z.M. Thermal properties of treated sugar palm yarn/glass fiber reinforced unsaturated polyester hybrid composites, *Journal of Materials Research and Technology*, 9(2), 1606–1618, 2020.
- [13] Akaluzia, R.O., Edoziuno, F.O., Adediran, A.A., Odoni, B.U., Edibo, S., and Olayanju, T.M.A. Evaluation of the effect of reinforcement particle sizes on the impact and hardness properties of hardwood charcoal particulate-polyester resin composites, *Materials Today: Proceedings*, 38, 570–577, 2021.
- [14] McDonald-Wharry, J., Amirpour, M., Pickering, K.L., Battley, M., and Fu, Y., Moisture sensitivity and compressive performance of 3D-printed cellulose-biopolyester foam lattices, *Addit Manuf*, 40, 2021.
- [15] Abu-Jdayil, B., Mourad, A.H.I., Hussain, A., and Al Abdallah, H. Thermal insulation and mechanical characteristics of polyester filled with date seed wastes, *Constr Build Mater*, 315, 2022.
- [16] Kusmono, Hestiawan, H., and Jamasri. The water absorption, mechanical and thermal properties of chemically treated woven fan palm reinforced polyester composites, *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 4410–4420, 2020.
- [17] Mubeen, M.A., Karunakar, C., and Sripathy, S. Preparation and testing of glass powder reinforced polyester resin lamina. *Materials Today: Proceedings*, 23, 608-612, 2020.
- [18] Mishra, C., Ranjan Deo, C., and Baskey, S. Influence of moisture absorption on mechanical properties of kenaf/glass reinforced polyester hybrid composite, in *Materials Today: Proceedings*, 38, 2596–2600, 2020.
- [19] Başgöz, Ö. et al. Synergistic effect of boron nitride and graphene nanosheets on behavioural attitudes of polyester matrix: Synthesis, experimental and Monte Carlo simulation studies, *Diam Relat Mater*, 126, 2022.

- [20] Shettar, M., Shettigar, P., Manjunath, M., and Rao, U.S. Study on effect of water soaking conditions on properties and morphology of glass fiber-cement-polyester composites, *Journal of Materials Research and Technology*, 9(4), 8697–8704, 2020.
- [21] Zuo, Q. et al. Prediction and analysis of properties of ramie fiber staple yarn reinforced unsaturated polyester composite based on fiber packing density, *Compos B Eng.*, 237, 2022.
- [22] Wang, B., et al. Recycling of carbon fibers from unsaturated polyester composites via a hydrolysis-oxidation synergistic catalytic strategy, *Compos Sci Technol*, 203, 2021.
- [23] Nayak, S.K., Satapathy, A., and Mantry, S. Response surface method and neural computation for the analysis and prediction of erosion response of glass-polyester composites filled with waste marble dust, in *Materials Today: Proceedings*, 44, 4425–4432, 2020.
- [24] Achukwu, E.O., Odey, J.O., Owen, M.M., Lawal, N., Oyilagu, G.A., and Adamu, A.I., Physical and mechanical properties of flamboyant (*Delonix regia*) pod filled polyester composites, *Heliyon*, 8(1), 2022.
- [25] Alia, A., Fantozzi, G., Godin, N., Adrien, J., Osmani, H., and Reynaud, P. Multi-instrumented analysis of fatigue behavior and damage mechanisms in jute fiber-reinforced polyester composites, *Int J Fatigue*, 107306, 2022.
- [26] Ko, Y.H., Le Che, J., and Chang, S.H. Performance of liquid crystalline polyester composite burn-in board connectors under cyclic high-temperature condition, *Compos Struct*, 286, 2022.
- [27] Lobo, A., Haseebuddin, M.R., Harsha, S., Acharya, K.G., Balaji, G., and Pal, B. Mechanical behavior of disposed fiberglass filled bamboo mat reinforced polyester composite, *Materials Today: Proceedings*, 46, 6004–6011, 2020.
- [28] Alshahrani, H., and Arun Prakash, V.R. Mechanical, thermal, viscoelastic and hydrophobicity behavior of complex grape stalk lignin and bamboo fiber reinforced polyester composite, *Int J Biol Macromol*, 2022.
- [29] Sakthi Vadivel, K., and Govindasamy, P. Mechanical and water absorption properties of Acacia Arabica bark fiber/polyester composites: Effect of alkali treatment and fiber volume fraction, *Materials Today: Proceedings*, 46, 2281–2287, 2021.
- [30] Krishnan, G.S., Ilayaperumal, K., Babu, L.G., Kumar, S., Sathish, B., and Sanjana, R. Investigation on the physical and mechanical characteristics of *demostachya bipinnata* reinforced with polyester composites, *Materials Today: Proceedings*, 45, 1134–1137, 2021.
- [31] Turkey, G.M., Madani, M.M., Abdel-Rehim, M.H., and Badran, A.S. Preparation, characterization, and some physical properties of polypropylene/poly(methyl acrylate)-grafted glass wool composites, *J Appl Polym Sci*, 87(5), 723–732, 2002.
- [32] Marhoon, I. et al. Mechanical and physical properties of glass wool-rigid polyurethane foam composites, 18(1), 41–49, 2015.
- [33] Prasad, M. et al., Study on mechanical properties and microstructural analysis of glass wool fiber, silicon added epoxy hybrid composite, 2023.



- [34] Mohan Prasad, M., Harikrishnan, R., Samiulla Khan, M., Santhoshkumar, T., Rajkumar, T., and Nandhagopan, S. Study on mechanical properties and microstructural analysis of glass wool fiber, silicon added epoxy hybrid composite, 2022.
- [35] Yin, Y. et al. Thermal environment analysis of enclosed dome with double-layered PTFE fabric roof integrated with aerogel-glass wool insulation mats: On-site test and numerical simulation, *Energy Build*, 254, 111621, 2022.
- [36] Tsukamoto, M., Murakami, T., Yoshimura, Y., Kuroki, Y., Okamoto, T., and Takata, M. Evaluation of the tensile strength of polypropylene-based composites containing glass wool, 132, 267–269, 2014.
- [37] Dağ, M., Yanen, C., and Aydoğmuş, E. Effect of Boron Factory Components on Thermophysical Properties of Epoxy Composite, *European Journal of Science and Technology*, 36, 151–154, 2022.
- [38] Orhan, R., Aydoğmuş, E., Topuz, S., and Arslanoğlu, H. Investigation of thermo-mechanical characteristics of borax reinforced polyester composites, *Journal of Building Engineering*, 42, 103051, 2021.
- [39] Yanen, C., Dağ, M., and Aydoğmuş, E. Investigation of Thermophysical Properties of Colemanite, Ulexite, and Tincal Reinforced Polyester Composites, *European Journal of Science and Technology*, 36, 155–159, 2022.
- [40] Yilmaz, E., Aydoğmuş, E., and Demir, A. Life Cycle Assessment and Characterization of Tincal Ore Reinforced Polyester and Vinylester Composites, *Journal of the Turkish Chemical Society Section B: Chemical Engineering*, 5(2), 183-194, 2022.
- [41] Aydoğmuş, E., and Arslanoğlu, H. Kinetics of thermal decomposition of the polyester nanocomposites, *Petroleum Science and Technology*, 39(13–14), 484–500, 2021.
- [42] Şahal, H., and Aydoğmuş, E. Investigation of Thermophysical Properties of Polyester Composites Produced with Synthesized MSG and Nano-Alumina, *European Journal of Science and Technology*, 34, 95-99, 2022.
- [43] Şahal, H., Aydoğmuş, E., and Arslanoğlu, H. Investigation of thermophysical properties of synthesized SA and nano-alumina reinforced polyester composites, *Petroleum Science and Technology*, 1–17, 2022.
- [44] Pekdemir, M. E., Aydoğmuş, E., and Arslanoğlu, H. Thermal decomposition kinetics of synthesized poly(N-isopropylacrylamide) and Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> coated nanocomposite: Evaluation of calculated activation energy by RSM. *Petroleum Science and Technology*, 1-19, 2023.
- [45] Aydoğmuş, E., Aydın, M., and Arslanoğlu, H. Production and characterization of microsphere reinforced polyester composite: Modeling of thermal decomposition with ANN and optimization studies by RSM. *Petroleum Science and Technology*, 1-17, 2022.
- [46] Yanen, C., and Aydoğmuş, E. 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, 2021.
- [47] Aydoğmuş, E., Arslanoğlu, H., and Dağ, M. Production of waste polyethylene terephthalate reinforced biocomposite with RSM design and evaluation of thermophysical properties by ANN, *Journal of Building Engineering*, 44, 103337, 2021.

- [48] Aydoğmuş, E., Dağ, M., Yalçın, Z. G., and Arslanoğlu, H. Synthesis and characterization of EPS reinforced modified castor oil-based epoxy biocomposite, *Journal of Building Engineering*, 47, 103897, 2022.
- [49] Demirel, M. H., and Aydoğmuş, E. Production and Characterization of Waste Mask Reinforced Polyester Composite, *Journal of Inonu University Health Services Vocational School*. 10(1), 41-49, 2022.
- [50] Demirel, M. H., and Aydoğmuş, E. Waste Polyurethane Reinforced Polyester Composite, Production and Characterization, *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry*, 9(1), 443–452, 2022.
- [51] Aydoğmuş, E. Biohybrid nanocomposite production and characterization by RSM investigation of thermal decomposition kinetics with ANN, *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12, 4799-4816, 2022.
- [52] Şahal, H., and Aydoğmuş, E. Production and Characterization of Palm Oil Based Epoxy Biocomposite by RSM Design, *Hittite Journal of Science and Engineering*, 8(4), 287-297, 2021.
- [53] Aydoğmuş, E., Dağ, M., Yalçın, Z. G., and Arslanoğlu, H. Synthesis and characterization of waste polyethylene reinforced modified castor oil-based polyester biocomposite, *Journal of Applied Polymer Science*, 139, e525256, 2022.
- [54] Orhan, R., and Aydoğmuş, E. Investigation of some thermophysical properties of *Asphodelus aestivus* reinforced polyester composite, *Firat University Journal of Experimental and Computational Engineering* 1(3), 103-109, 2022.
- [55] Orhan, R., and Aydoğmuş, E. Production and Characterization of Waste Corncob Reinforced Polyester Composite, *European Journal of Science and Technology Special Issue*. 42, 176-179, 2022.
- [56] Buran, A., Durğun, M. E., and Aydoğmuş, E. *Cornus alba* Reinforced Polyester-Epoxy Hybrid Composite Production and Characterization, *European Journal of Science and Technology*, 43, 99-103, 2022.
- [57] Buran, A., Durğun, M. E., Aydoğmuş, E., and Arslanoğlu, H. Determination of thermophysical properties of *Ficus elastica* leaves reinforced epoxy composite, *Firat University Journal of Experimental and Computational Engineering*, 2(1), 12-22, 2023.

## EXOGENOUS ACETONE *O*-(2-NAFTYLSULFONIL)OXIME ALLEVIATES THE ADVERSE EFFECTS OF SALT STRESS BY INCREASING THE PHENOLIC CONTENT AND ACTIVATING THE ANTIOXIDANT SYSTEM IN MAIZE

P.Hd, Fuat YETİŞSİN

Muş Alparslan University, Technical Sciences Vocational School, 0000-0001-6085-7610

### ABSTRACT

A significant loss of yield occurs as a result of the exposure of the maize plant, which has an important place among agricultural products, to salt stress. It is known that oximes have important functions in the secondary metabolism of plants. The present study aims to determine the effects of exogenous acetone *o*-(2-naphthylsulfonyl)oxime (NS) on some physiological and biochemical parameters of maize seedlings under salt stress. Experimental setup: 18 hours distilled water control (C), 6 hours 0.3 mM NS+12 hours distilled water (NS), 6 hours distilled water+12 hours 100 mM NaCl (SS), and 6 hours NS+12 hours 100 mM NaCl (NS+SS). When SS and NS+SS applications were compared, a decrease was observed in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and MDA content and a significant increase in proline content was observed in NS+SS application compared to SS application, while no significant difference could be determined in RWC content. Total chlorophyll and carotenoid contents increased. While an increase was observed in guaiacol peroxidase (GPX), catalase (CAT), and ascorbate peroxidase (APX) enzyme activities, a significant decrease was observed in superoxide dismutase (SOD) activity. While the total phenolic content increased, the contents of ascorbic acid, trans-P-coumaric acid, and cinnamic acid showed a significant increasing trend, while the catechol content showed a decreasing trend. When the results were evaluated as a whole, the antioxidant defense system of the seedlings was strongly activated with the application of exogenous NS to the maize seedlings under salt stress, while the defense was strengthened with the increase in the phenolic substance content with high electron donating abilities. This situation facilitated the scavenging of radicals such as H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and resulted in a significant reduction in membrane system damage. The fact that the adverse effects of salt stress are alleviated by NS pre-application suggests that NS may have important functions in the functioning of metabolism.

**Keywords:** Sulfonate derivative, Zea mays, NaCl, Abiotic stress.

### 1. INTRODUCTION

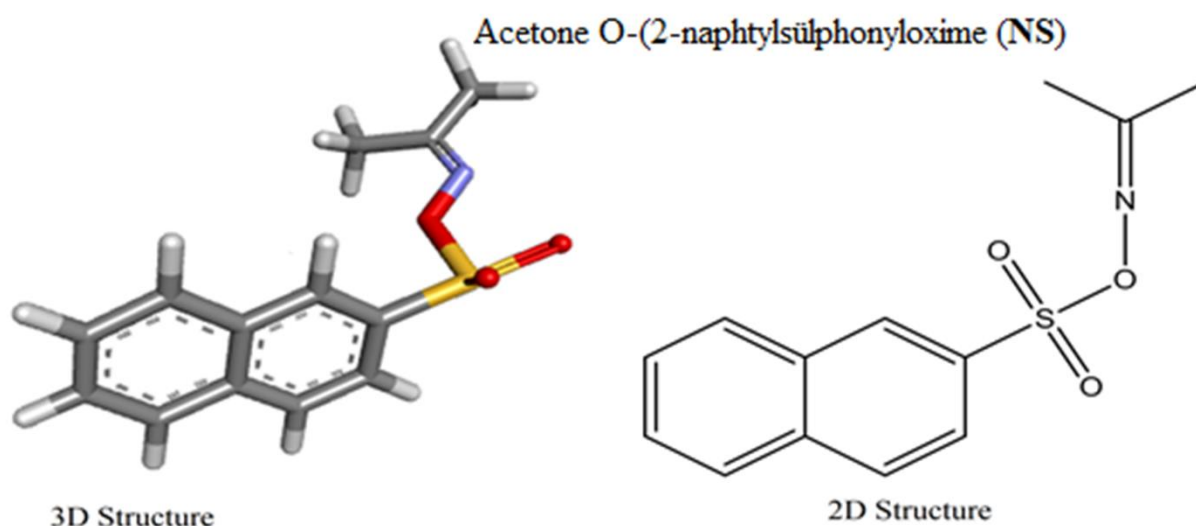
Climate change, population growth, food, and water scarcity are some of the global threats in today's world. Abiotic stress various is considered to be one of the major obstacles causing significant yield losses in agricultural products (Nadeem et al., 2019). Soil salinity is one of the abiotic stress factors seen globally in plant production, and for this reason, researches on the salt tolerance of plants are carried out in order to increase or improve the yield of plants in agricultural terms (Zhu, 2001). Salt can be found in the soil in the forms of NaCl, CaCl<sub>2</sub>,

MgSO<sub>4</sub>, NaHCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Marschner, 1995). Soil contains a certain amount of water-soluble salts. If the concentration of this salt is high, soil salinity occurs, which causes plants to be under salt stress (Babalik and Baydar, 2021). The periods when plants are most sensitive to salt are the germination and seedling development phases. As plants grow and their development progresses, their tolerance to salt also increases (Bozcuk, 1991; Rains, 1991; Ashraf, 1994). Plants cause osmotic stress in parallel with the increase in salt concentration in the rhizosphere. This osmotic stress causes physiological drought by reducing the amount of water in the plant (Tuteja, 2007). Hu and Schmidhalter (2005), in their study; They stated that the decrease in the amount of usable water in the plant as a result of osmotic pressure slows down the cell expansion and shoot development of the plants. In addition, as a result of the continuation of osmotic stress; They showed that ion stress occurs and sodium cation and chlorine anion increase in the environment and compete with potassium, calcium and nitrate ions, which are nutrients, and prevent the plant from getting a balanced diet. Excessive salinity causes many problems such as the deterioration of the anatomical structure on plants, as well as the increase in the level of radicals, the deterioration of the functions of DNA, chlorophyll, enzymes, structural proteins, damage to the membrane functions, deterioration of the photosynthesis mechanism (Botella et al., 2005; Hong et al., 2009). As a result of salt stress, the stomata close with the accumulation of salt ions in the leaves and carbon assimilation slows down. The rate of carbon assimilation varies from plant to plant (Doğru and Canavar, 2020). An excess of Na<sup>+</sup> accumulates in the apoplast of plant cells under salt stress. Accumulated Na<sup>+</sup> disrupts the structure of pectin in the cell wall, thus preventing the cell wall from performing its main function (Rengel, 1992). Salt stress can hinder the entry of ions such as K<sup>+</sup> and Ca<sup>+2</sup>, which are essential for the natural growth of plants. By changing the position with the calcium ion in the cell membrane, the sodium ion increases the Na<sup>+</sup>/Ca<sup>+2</sup> ratio in the membrane apoplast and disrupts the physical and functional structure of the membrane. In addition, high Na<sup>+</sup> frees the Ca<sup>+2</sup> in the inner membrane of the cell, empties the interior Ca<sup>+2</sup> stores and causes an increase in the free Ca<sup>+2</sup> in the cell (Yokoi et al., 2002). It is known that the antioxidant defense system efficiency increases in response to the increase of ROS production in plant cells and oxidative stress under abiotic stress conditions. Plants do not only use superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), glutathione peroxidase, glutathione reductase and guaiacol peroxidase (GPX) etc. enzymes, but also they use non-enzymatic antioxidants such as flavonoids, vitamin E, terpenes, tannins, glutathione, carotenoids, proline, phenolic compounds as radical scavengers, to alleviate the negative effects of oxidative stress (Özgen et al., 2021).

Maize (*Zea mays* L.), an angiosperm plant belonging to the poaceae (Gramineae) family, was one of the three first domesticated food crops. It is the third most important grain with an annual production of approximately two billion tons worldwide (Zahoor et al. 2021). Salt stress not only causes a decline in photosynthetic rate and relative water content on the maize plant, but also causes cellular drying, protein oxidation, free radical formation, impaired enzymatic activity, and lipid peroxidation (Hussain et al., 2019).

Oxime is an imine, with the general formula RR'C=N-OH, where R is an organic side-chain and R' may be hydrogen, forming an aldoxime, or another organic group, forming a ketoxime. For plant growth and development, oximes facilitate a number of processes that are

important. The best example of this is the plant hormone auxin, from the oxime class, which was unearthed in the 1930s (Mano and Nemato, 2012). Natural and chemically synthesized oximes play so many important roles in plant metabolism, defense, and communication as mentioned by authors (Clausen et al., 2015; Knoch et al. 2016). As a result of the literature review, it has been shown that various synthetic sulfonate-derived oximes have antimicrobial, antifungal, antiviral, anticancer, antihypertension, neuroprotective effect, enzyme inhibition, antioxidant, heavy metal chelator, and antitubercular properties (Korkmaz and Bursal, 2022; Asif et al. 2021; Popli et al., 2021; Taslimi et al., 2021; Yetişsin and Kardeş, 2022; Lasri et al. 2020; Mishra et al., 2019; Savall et al. 2019; Surwase et al. 2019; Venugopala et al., 2019; Gabr et al., 2015). Acetone *O*-(2-naphthylsulfonyl)oxime (NS), a sulfonate-derived oxime, has a molecular weight of 263 g mol<sup>-1</sup>. The C=C double bond present in the molecule is more prone to the incorporation of radicals than C=N or C=S bonds, and the C=C bond has less energy compared to the conversion of C=N or C=S bonds to C-N or C-S. The possibility of conversion to C-C indicates that NS may have antioxidant potential. Thanks to the C=N, S=O, and C=C structures in the structure of NS, it can be said that radicals can be attached to these structures. In addition, conjugation in the structure can increase the stability of radicals and add antioxidant properties to the structure (Korkmaz and Duran 2021; Korkmaz, 2021a, 2021b).



Thanks to the rapid development of science and technology in the modern world, mankind has made an effort to obtain the most efficiency from each unit area in agricultural activities (Filiz and Topal, 2021). Applying chemicals that stimulate the growth of plants is an effective, and easy way of increasing stress tolerance. (He et al., 2009; Hamdia and Shaddad, 2010). The data of many chemical substances such as hydrogen peroxide (Güzel and Terzi, 2013), glutathione (Li et al., 2023),  $\alpha$ -lipoic acid (Terzi et al., 2018), nitric oxide (Kaya et al., 2023), salicylic acid (Silva et al., 2023), abscisic acid (Huang et al., 2015), gallic acid (Yetişsin and Kurt, 2020), melatonin (Sati et al., 2023), silicon (Ahmed et al., 2023), and acetone *O*-(4-chlorophenylsulfonyl) oxime (Yetişsin and Kardeş, 2022), that alleviate the adverse effects of stress on plants under the pressure of abiotic stresses and encourage their growth and development have been recorded in the literature. In the literature research, there is no record

of the effects of newly synthesized NS pre-treatment on salt-stressed maize seedlings. The present study aims to examine the changes in physiological and biochemical parameters of exogenous NS in maize seedlings under salt stress.

## 2. MATERIAL and METHOD

### 2.1. Seedling Growth, Treatments, and Preparation of Samples

Maize (*Zea mays L.*) seeds (cultivar 523) were procured from Sakarya Maize Research Institute, and then sown in 10 pots with soil. 6 seeds were sown to each pot, and the seedlings were left for cultivation in the growth chamber for 4 weeks at a relative humidity of  $60 \pm 5\%$ , a light intensity of  $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , a temperature of  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , and a photoperiod of 16/8 hour. The plants were watered with 200 ml tap water every 2 days for 4 weeks. Seedlings were cut (2 cm above the soil level), put in the glass tubes with DW (distilled water), and left in the tubes for one hour to decrease the effect of the cut on the seedlings. NS concentration MDA and  $\text{H}_2\text{O}_2$  contents of the seedlings obtained after pre-application of 0.01, 0.1, 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, and 1.8 mM concentrations of NS solutions under 100 mM salt stress were determined (Yetişsin and Karakaya, 2022). In light of the findings obtained from these parameters, it was determined that concentration of 0.3 mM NS would be appropriate. Basic studies were started after it was decided from the previous work experience of the current study author on salt stress that a concentration of 100 mM NaCl and 0.3 mM NS would be appropriate. The treatment groups of the study were as follows: 18 hours distilled water control (C), 6 hours 0.3 mM NS+12 hours distilled water (NS), 6 hours distilled water+12 hours 100 mM NaCl (SS), and 6 hours NS+12 hours 100 mM NaCl (NS+SS). Maize seedlings treated with liquid nitrogen after the treatments were kept in a fridge at  $-20^\circ\text{C}$  for further measurements.

### 2.2. Determination of Hydrogen Peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) Content

$\text{H}_2\text{O}_2$  contents were determined using the method reported by Velikova et al. (2000). The fresh leaves (0.25 g) were subjected to homogenization by crushing with charcoal (0.1 g) in TCA (5 ml, 0.1%). The mix was centrifuged for 15 minutes at 15 000 rpm and  $4^\circ\text{C}$ . Later, the supernatant (1000  $\mu\text{l}$ ) was put into a glass cuvette and mixed with 1 M KI (1500  $\mu\text{l}$ ) and phosphate buffer (10mM, pH 7.0). The solution absorbance was measured at 390 nm.

### 2.3. Determination of Malondialdehyde (MDA) Content

The levels of lipid peroxidation were measured based on the MDA contents in line with the method reported by Heath & Packer (1968). The fresh maize leaves (0.5 g) were subjected homogenization using pestle and mortar in trichloroacetic acid solvent (0.1%). The mix was left for centrifugation for 5 minutes at 15000 rpm and then, TBA (thio barbituric acid, 4 ml, 0.5%) in 20% TCA was transferred to the supernatant (1 ml). The supernatant absorbance was measured at 600 and 532 nm. The difference between the absorbance values at 532 and 600 nm was calculated. The resulting value was used in the formula ( $A = E.c.1$ ) to compute the MDA concentration ( $\epsilon = 155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ).

### 2.4. Determination of Proline Content

0.1 g of fresh leaf samples was subjected to homogenization with sulphosalicylic acid (1.8 ml, 3%). After being filtered, the mix was centrifuged for five minutes at 5000 rpm and 22

°C. The supernatant (1 ml) was mixed with ninhydrin (1 ml) and acetic acid (1 ml). Then, the mix was left for incubation at 100 °C for one hour and cooled in ice. 3 ml of Toluene was transferred onto the samples, and then the mix was vortexed. The samples were transferred into the tubes and subjected to centrifugation for 5 minutes at 4.000 rpm. The supernatant was put into the cuvette, and the optical density of the toluene solution was measured using a spectrophotometer at 520 nm (Bates et al. 1973). The results were expressed in  $\mu\text{g}$  for  $\text{g}^{-1}$  fresh weight.

### **2.5. Determination of Relative Water Content (RWC)**

RWC was determined using the following formula reported by Barrs and Weatherley, (1962):

$$\text{RWC (\%)} = [(\text{FW} - \text{DW})/(\text{TW} - \text{DW})] \times 100,$$

where FW refers to fresh weight, DW to dry weight, TW to Turgid weight.

### **2.6. Determination of Chlorophyll and Carotenoid Contents**

The contents of carotenoid and chlorophyll of the maize leaves were determined by using the technique reported in the study of Arnon (1949). The fresh leaves (0.1 g) were subjected to homogenization in acetone (1.8 ml, 80%). The homogenate was centrifuged at 5000 rpm for five minutes at room temperature. The supernatant absorbance was measured at 450, 645, and 663 nm (Nicolet evolution 100, Thermo Scientific, USA). The determination of pigment contents was done using the equations reported by Lichtenthaler (1987).

### **2.7. Determination of the Antioxidant Enzyme Activities**

0.1 g samples taken from the seedling leaves were powdered in liquid nitrogen. It was then extracted in 5 ml extraction buffer (50 mM  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 1 mM EDTA pH 7.0, 1% PVPP). The extract was centrifuged at 20000 g at 4 °C for 20 minutes. The resulting supernatant was used for the determination of enzyme activity. Determination of total protein amount in the leaves of maize seedlings was done spectrophotometrically according to the method of Bradford (1976). For the purpose, 30  $\mu\text{l}$  samples were taken per replication from the extracted groups to be used in enzyme activity analysis and completed to a final volume of 200  $\mu\text{l}$  with 170  $\mu\text{l}$  distilled water. Finally, 1000  $\mu\text{l}$  of protein dye was added to the samples. The absorbance values of 595 nm were recorded in the spectrophotometer according to the standards previously prepared in the spectrophotometer. Protein content values were calculated in mg unit.

#### **2.7.1. SOD (Superoxide Dismutase) Activity**

SOD (EC 1.15.1.1) activities were measured using the method reported by Beauchamp & Fridovich (1971). The reaction was started by adding a mixture of 50  $\mu\text{l}$  plant extract, 0.1 mM EDTA, 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0), and 13mM NBT (nitro blue tetrazolium) to 2  $\mu\text{M}$  riboflavin. The mix was subjected to “white light” at 375  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  for 10 minutes. The absorbance was measured at 560 nm.

### 2.7.2. GPX (Guaiacol peroxidase) Activity

GPX (EC 1.11.1.7) activities were measured in line with the method reported by Urbanek et al. (1991). The 2 ml reaction mixture of 100 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0), 0.1 mM EDTA, 5mM guaiacol, 15 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, and 50 µl enzyme extract was measured at 470 nm for 1 minutes to determine the enzyme activity. The GPX activities were computed using the extinction coefficient ( $\epsilon=26.6 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ).

### 2.7.3. CAT (Catalase) Activity

CAT (EC 1.11.1.6) activities were determined using the method reported by Aebi (1983). The enzyme activity was determined by means of measuring 1 ml mix that contains 20 µl enzyme extract, 30 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0) at 240 nm for 5 minutes. The enzyme activities were computed using the extinction coefficient ( $\epsilon=39,4 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) for H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

### 2.7.4. APX (Ascorbate Peroxidase) Activity

APX (EC 1.11.1.11) activities were determined relative to the decrease in the absorbance at 290 nm (Nakano & Asada 1981). The enzyme activities were determined by the measurement of 1ml reaction mix that contains 20µl enzyme extract, 5 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 250 µM ASC (ascorbate), and 50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0). The enzyme activities were computed using the extinction coefficient ( $\epsilon=2.8 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ) for ASC at 290 nm.

## 2.8. Determination of phenolic substance contents

In order to determine the phenolic substances amount by HPLC, the last concentrations of ascorbic acid, trans-p-coumaric acid, catechol, and cinnamic acid standards were weighed to obtain solutions with a concentration of 10 mg mL<sup>-1</sup>. Then, 1% acetonitrile and acetic acid were added (at a rate of 1/9, respectively) to the standards, and methanol was added in the same rates to prepare stock standards. The stock standards were used for the calibration curve after they were diluted as 10, 25, 50, 75, and 100 µg mL<sup>-1</sup> (Tapan, 2016). The concentration of maize leaf extracts was diluted as 20 mg mL<sup>-1</sup> by using the solutions that were used in the standard. The extracts were loaded to an HPLC by filtering with a 0.45 µm membrane filter. HPLC analysis was performed by using the Agilent Technologies 1260 Infinity II HPLC (Agilent, USA). The HPLC configuration was as follows: a G7130A column furnace (28°C), a 1260 Vial sampler (20 µL injected), a 1260 Quat Pump VL pump (1.0 mL/min flow rate), and a 1260 DAD WR detector (at 310, 280 and 272 nm). ACE 5 C18 (250 x 4.6 mm) was used as the analytical column for the analyses.

## 2.9. Statistical Analysis

Experiments were designed as randomized blocks with at least 3 repetitions. Numerical data obtained from the study were analyzed using the SPSS program (v.17, SPSS Inc., USA).

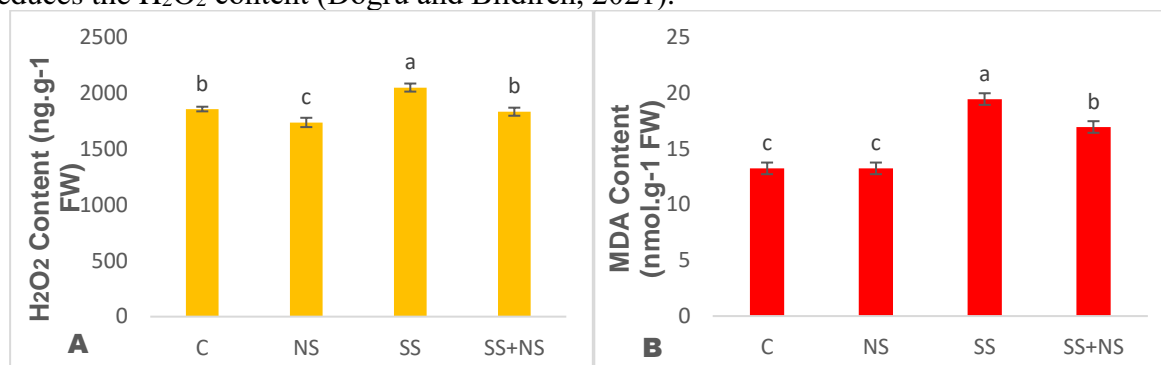


Duncan's multiple range test was used to determine statistically significant data. Statistical significance was indicated by  $P < 0.05$  in all analyses.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. $H_2O_2$ and MDA Results

The production of  $H_2O_2$  by excessive salt in maize plant leaves is shown in image 2A. The production of reactive oxygen species such as  $H_2O_2$  creates oxidative stress in plants and causes organelle damage (Güzel and Terzi, 2013). It is known that the  $H_2O_2$  content increases under salt stress, but the significant decrease in the  $H_2O_2$  content with NS application indicates that NS participates effectively in the scavenging mechanisms of radicals. In parallel with the current study, it has been reported that the application of boron to wheat leaves under salt stress reduces the  $H_2O_2$  content (Doğru and Bildiren, 2021).

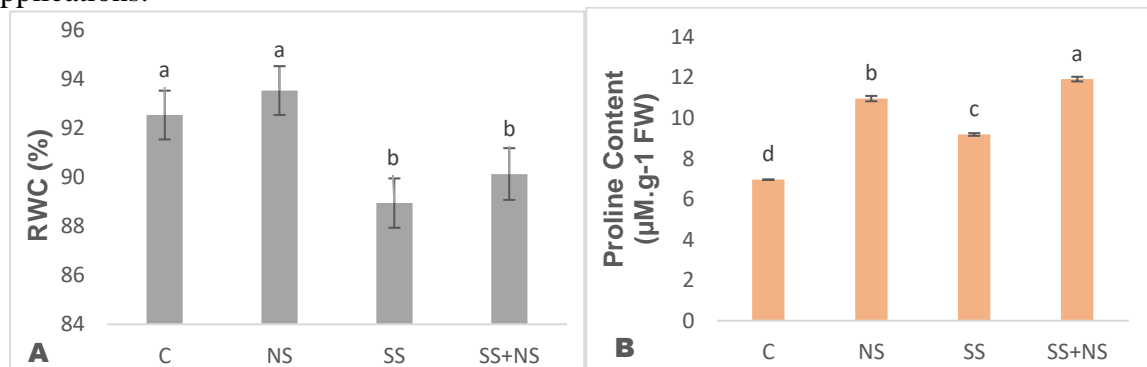


**Image 2.**  $H_2O_2$  and MDA Contents

The MDA content by excessive salt in maize plant leaves is shown in image 2B. MDA content is a parameter that tends to increase under oxidative stress conditions (Irigoyen et al., 1992). The decrease in MDA content with NS application compared to SS application indicates that NS plays an active role in the protection and improvement of the membrane system. In a study by Kaya and İnan (2017), it was determined that the MDA content of basil plant under salt stress decreased significantly with salicylic acid application, in line with the current study findings.

#### 3.2. RWC and Proline Results

The RWC is shown in image 3A. When plants are exposed to salt stress, they narrow their stomata, reduce leaf surface area, and decrease the number of leaves to protect themselves. For this reason, there is a decrease in the wet weight of plants under salt stress (Emirzeoğlu and Başak, 2020). In the current study, the water content of the seedlings decreased significantly with salt stress, but no statistical difference could be determined between NS and NS+SS applications.

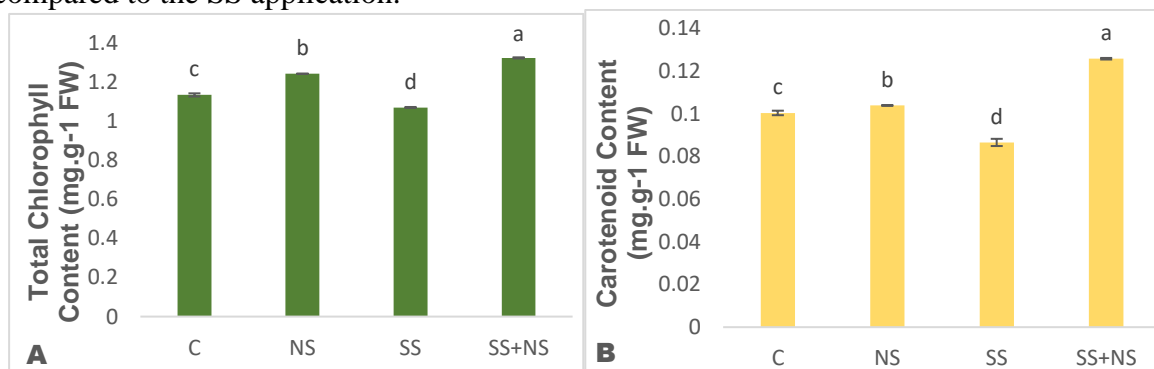


**Image 3.** RWC and Proline Contents

The proline content is shown in image 3B. Proline not only increases the durability of the structural and functional proteins of the membrane system under stress, but is also an important osmolyte that takes part in maintaining the redox balance by scavenging ROS in the cytoplasm and organelles (Kılınçoğlu et al., 2020). In this study, a relative increase in proline content occurred with salt stress compared to the control. The proline content increased even more in the NS+SS application compared to the SS application. This suggests that NS application of maize seedlings under salt stress helps maintain water status by promoting osmolyte accumulation. They stated that selenium pre-application caused a significant increase in proline content in plants under salt stress (Yavaş et al., 2020).

### 3.3. Total Chlorophyll and Carotenoid Results

The total chlorophyll content in maize seedling leaves is shown in image 4A. Salt stress applications cause decreases in chlorophyll content values (Torun et al., 2019). It has been stated that there is a significant increase in dry weight, chlorophyll, and carotenoid contents with nitric oxide pre-treatment in plants under salt stress (Kayın, 2020). In our study, it was observed that the chlorophyll content increased significantly in the NS+SS application compared to the SS application.



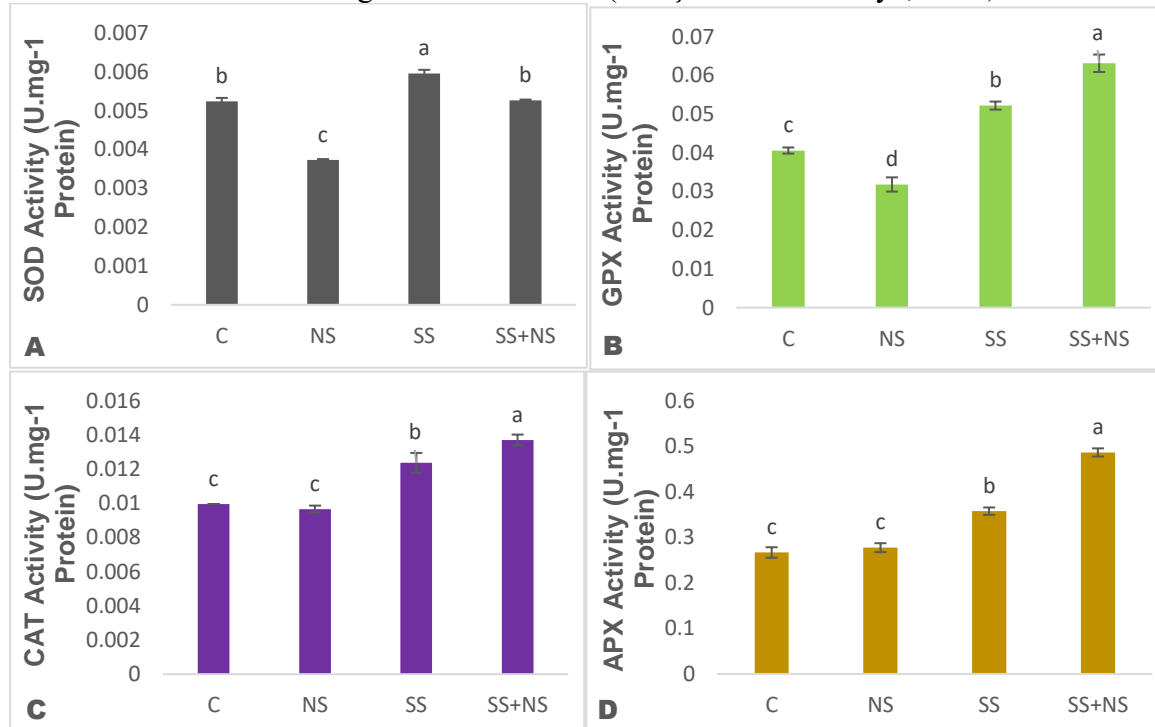
**Image 4.** Total chlorophyll and carotenoid contents

The carotenoid content in maize seedling leaves is shown in image 4B. Carotenoids, which protect photosynthetic pigments from photodynamic damage, are also an important antioxidant. However, their response to abiotic stresses can vary from plant to plant. (Parmar et al., 2013). Current study, it was observed that the carotenoid content increased significantly in the NS+SS application compared to the SS application. The increased carotenoid content with NS pre-application may indicate that a strong line of defense has been established in the antioxidant defense system to alleviate the adverse effects of stress. It has been shown that ascorbic acid pre-application to maize plant under salt stress increases chlorophyll and carotenoid contents (Torlak, 2019).

### 3.4. Antioxidant Enzymes Activity Results

The antioxidant enzymes activity in maize plant leaves are shown in image 5. The antioxidant system is a system that undertakes tasks such as reducing radical formation in plants, ending radical reactions, scavenging the formed radicals, and eliminating damaged molecules (Demirhan et al., 2021). In the current study, the relationship between the content of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, one of the radicals that the antioxidant system is responsible for scavenging, and the enzymatic components of the antioxidant system, SOD, GPX, CAT and APX, is complex in maize seedlings under salt stress. When NS+SS application and SS application are compared; In NS+SS application, it is seen that the SOD activity, which converts the superoxide molecule to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> molecule, decreases, and the activities of GPX, CAT and APX, which convert H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> to

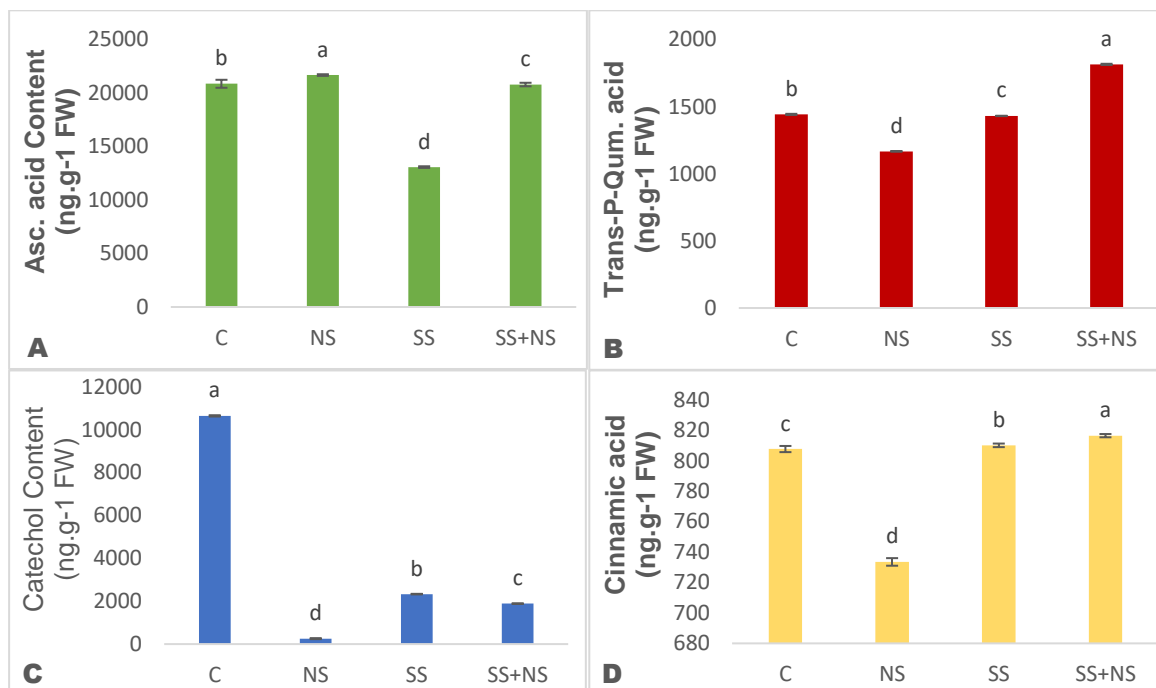
water and oxygen in their environment, increase. This situation explains the decrease in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> content very well in NS+SS application compared to SS application. It was noted that CAT and APX enzyme behaviors were compatible with the current study, while SOD and GPX enzyme behaviors were incompatible in the exogenous applied aseton *O*-(4 klorofenilsulfonil) oksim substance on maize seedlings under salt stress (Yetişsin and Karakaya, 2022).



**Image 5.** SOD, GPX, CAT and APX Antioxidant enzyme activities

### 3.5. Phenolic Substances Content Results

The phenolic substances in maize plant leaves are shown in image 6. Phenolic compounds, which are important products of secondary metabolism, undertakes important biochemical roles in the life cycle of plants (Scott and Crone, 2021). Under conditions of abiotic stress, plants tend to increase the synthesis of phenolic compounds that contribute to their antioxidant capacity (Xie et al., 2021). In the part of our study where the phenolic contents were examined, although a decrease was observed in the catechol content in the NS+SS application compared to the SS application, it was observed that the total phenolic substance content increased due to the significant increases in the ascorbic acid, trans-P-coumaric acid and cinnamic acid contents. It has been shown that pre-application of proline to the leaves of celery plants under salt stress significantly increases the total phenolic compound content (Gao et al., 2023).



**Image 6.** Ascorbic acid, trans-P-coumaric acid, catechol, and cinnamic acid contents

#### 4. CONCLUSIONS

In the light of the findings obtained from the present study; Exogenous NS application to maize seedlings exposed to excessive salt provides proactive positioning of both enzymatic and non-enzymatic components of the antioxidant system in plants. This shows that NS helps to respond quickly to all the adverse effects of oxidative stress and to alleviate the adverse effects of stress. Although the findings show positive results in alleviating the adverse effects of salt stress, it is clear that NS needs to be supported by field studies since it is a synthetic substance.

#### REFERENCES

- Aebi HE. 1983. Catalase. In: Bergmeyer H.U., ed., *Methods of Enzymatic Analysis*. Verlag Chemie, Weinheim, pp 273–286.
- Ahmed S, Iqbal M, Ahmad Z, Iqbal MA, Artyszak A, Sabagh AE, Alharby HF, Hossain A. 2023. Foliar application of silicon-based nanoparticles improve the adaptability of maize (*Zea mays L.*) in cadmium contaminated soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12.
- Arnon DI. 1949. Plant physiology. *Plant Physiol* 24:1–15.
- Ashraf M. 1994, Breeding for salinity tolerance in plants, *Critical Reviews In Plant Sciences*, 13 (1), 17-42.
- Asif M, Imran MA. 2021. *Mini-Reviews in Organic Chemistry*, vol.18, no.8, 1086-1097.
- Babalık, Z., Göktürk, Baydar, N., 2021, Asmalarda kuraklık ve tuz stresi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 21, 358-368.

- Barrs, H.D., Weatherley, P.E., 1962, A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves, *Aust. J. Biol. Sci.*, 15, 413-428.
- Bates L, Waldren R, Teare I. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil* 39:189–198. doi: <https://doi.org/10.1007/BF00018060>.
- Beauchamp C, Fridovich I. 1971. Superoxide dismutase: Improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Anal Biochem* 44:276–287.
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., 2005, Plant adaptive responses to salinity stress, *Plant Abiotic Stress*, Blackwell Publishing, Arizona, 270.
- Bozcuk, S., 1991, Bazı kültür bitkilerinde tuzluluğun çimlenme üzerine etkisi ve tuz tolerans sınırlarının saptanması, *Doğa-Biyoloji Dergisi*, 15, 144-151.
- Clausen M, Kannangara RM, Olsen CE, Blomstedt CK, Gleadow RM, Jorgensen K, Bak S, Motawie MS, Møller BL. 2015. The bifurcation of the cyanogenic glucoside and glucosinolate biosynthetic pathways. *Plant J.* 84:558–573.
- Demirhan, İ., Güngör, M., Kurutaş, Belge, E., Özyurt, M., 2021, Kahramanmaraş'ta yaygın olarak tüketilen polifenol yönünden zengin çoban çökerten (*Tribulus terrestris*) ve çoban çantası (*capsella*) bitkilerin antioksidan gücünün karşılaştırılması, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (6), 1154-1160.
- Doğru, A., Bildiren, Ş., 2021, Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde foliar bor uygulamalarının neden olduğu fizyolojik ve biyokimyasal değişimler, *Bor Dergisi*, 5 (2), 100 – 107.
- Doğru, A., Canavar, S., 2020, Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri, *Academic Platform Journal Of Engineering And Science*, 8 (1), 155-174.
- Emirzeoğlu, C., Başak, H., 2020, Orta Anadolu biber genotiplerinin farklı tuz konsantrasyonlarına tolerans düzeylerinin belirlenmesi, *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 6 (2), 129 – 140.
- Filiz, Y., Topal, N., 2021, Bazı Mısır (*Zea mays L.*) çeşitlerinde hümik asit ve solucan gübresinin bazı verim ve kalite unsurlarına etkileri, *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, (4), 1-11.
- Gabr MT, El-Gohary NS, El-Bendary ER, El-Kerdawy MM, Ni N, Shaaban MI. 2015. *Chinese Chemical Letters*, vol. 26, no. 12, p. 1522-1528.
- Gao Y, Zhang J, Wang C, Han K, Hu L, Niu T, Xie J. 2023. Exogenous Proline Enhances Systemic Defense against Salt Stress in Celery by Regulating Photosystem, Phenolic Compounds, and Antioxidant System. *Plants*, 12(4), 928.
- Güzel S. Terzi R. 2013. Exogenous Hydrogen Peroxide Increases Dry Matter Production, Mineral Content and Level of Osmotic Solutes in Young Maize Leaves and Alleviates

Deleterious Effects of Copper Stress, *Botanical Studies*, 54, 1-10.

- Hamdia MA, Shaddad MAK. 2010. Salt tolerance of crop plants. *Journal of stress physiology & biochemistry*, 6(3), 64-90.
- He L, Gao Z, Li L. 2009. Pretreatment of Seed with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Enhances Drought Tolerance of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings, *African Journal of Biotechnology*, 8, 6151-6157.
- Heath R, Packer L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch Biochem Biophys* 125:. doi: [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(68\)90654-1](https://doi.org/10.1016/0003-9861(68)90654-1).
- Hong, C.Y., Chao, Y.Y., Yang, M.Y., Cho, S.C., Kao, C.H., 2009, Na<sup>+</sup> but not clor osmotic stress is involved in nacl induced expression of glutathione reductase in roots of rice seedlings, *Journal Of Plant Physiology*, 166, 1598-1606.
- Hu, Y., Schmidhalter, U., 2005, Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants, *Journal Of Plant, Nutrient And Soil Science*, 168, 541-549.
- Huang X, Chen MH, Yang LT, Li YR, Wu JM. 2015. Effects of exogenous abscisic acid on cell membrane and endogenous hormone contents in leaves of sugarcane seedlings under cold stress. *Sugar Tech*, 17, 59-64.
- Hussain, SQ, Rasheed, MUHAMMAD, Saleem MH, Ahmed, ZI, Hafeez AQSA, Jilani, GHU. LAM, Ali, SHAFQAAT. 2022. Salt tolerance in maize with melatonin priming to achieve sustainability in yield on salt affected soils. *Pak. J. Bot*, 55(10.30848).
- Irigoyen, J.J., Einerich, D.W., Sánchez-Díaz, M., 1992, Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativd*) plants, *Physiologia plantarum*, 84 (1), 55-60.
- Kaya A, İnan, M., 2017, Tuz (NaCl) stresine maruz kalan reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine salisilik asidin etkileri, *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21 (3), 332-342.
- Kaya C, Ugurlar F, Ashraf M, Alam P, Ahmad P. 2023. Nitric oxide and hydrogen sulfide work together to improve tolerance to salinity stress in wheat plants by upraising the AsA-GSH cycle. *Plant Physiology and Biochemistry*, 194, 651-663.
- Kayın, Barışık, G., (2020), "Nitrik Oksit Uygulamasının Biber Bitkisinde (*Capsicum annum* l.) Kimi Stres Faktörleri Üzerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 185.
- Kılınçoğlu, N., Cevheri, C., İ., Cevheri, A., Nahya, H., Y., 2020, the effect of exogenous proline application on cotton plant (*gossypium hirsutum* l.) under drought stress on some physiological parameters, *Commagane Journal Of Biology*, 4 (2), 126-133.
- Knoch E, Motawie MS, Olsen CE, Møller BL, Lyngkjaer MF. 2016. Biosynthesis of the

- leucine-derived alpha-, beta- and gamma-hydroxynitrile glucosides in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant J.* 88:247–256.
- Korkmaz A, Bursal E. 2022. An in vitro and in silico study on the synthesis and characterization of novel bis (sulfonate) derivatives as tyrosinase and pancreatic lipase inhibitors. *Journal of Molecular Structure*, 1259, 132734.
- Korkmaz A, Duran S. 2021. High yielding electrophilic amination with lower order and higher order organocuprates: Application of acetone O-(4-Chlorophenylsulfonyl)oxime in the construction of the C–N bond at room temperature, *Synthetic Communications*, DOI: 10.1080/00397911.2021.1924787
- Korkmaz A. 2021a. Copper-Catalyzed Electrophilic Animation of Diarylcadmium Reagents Utilizing Acetone O-(4-chlorophenylsulphonyl)Oxime and Acetone O-(naphthylsulphonyl)oxime as Amination Agent. *Iğdir Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*
- Korkmaz A. 2021b. Room-temperature copper-catalyzed electrophilic amination of arylcadmium iodides with ketoximes. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 1-7.
- Lasri J, Soliman SM, Elsilk SE, Haukka M, El-Faham A. 2020. Synthesis, crystal structure, DFT and biological activity of E-pyrene-1-arbaldehyde oxime and E-2-naphthaldehyde oxime, *Journal of Molecular Structure*, 1207 (2020) 127848.
- Li X, Bao Z, Chen Y, Lan Q, Song C, Shi L, Chen W, Cao S, Yang Z, Zheng, Q. 2023. Exogenous glutathione modulates redox homeostasis in okra (*Abelmoschus esculentus*) during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 195, 112145.
- Lichtenthaler HK. 1987. No Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol* 148:350–382. doi: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1).
- Mano Y, Nemoto K. 2012. The pathway of auxin biosynthesis of plants *J. Exp. Bot.* 63:2853-2872.
- Marschner, H., 1995, *Mineral nutrition of higher plants*, Academic Press, 657-680.
- Mishra VR, Ghanavatkar CW, Mali SN, Chaudhari HK, Sekar N. 2019. *Journal of Biomolecular Structure Dynamics*, vol. 38, no. 6, p. 1772-1785.
- Nadeem, M., Li, J., Yahya, M., Sher, A., Ma, C., Wang, X., & Qiu, L. (2019). Research progress and perspective on drought stress in legumes: A review. *International journal of molecular sciences*, 20(10), 2541.
- Nakano Y, Asada K. 1981. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. *Plant Cell Physiol* 22:867–880. doi: 10.1093/oxfordjournals.pcp.a076232.
- Özgen, A., Erkoç, N., Taştan, Ö., F., Pehlevan, F., 2021, Ultrasonik destekli ekstraksiyon (uae)

- yöntemi ile hazırlanan kuşburnu meyvesi kabuk ve çekirdek kısımlarının antioksidan aktivitesinin belirlenmesi, IGUSABDER, 14, 201-212.
- Parmar P, Nilima K, Vinay S. 2013, Structural and functional alterations in photosynthetic apparatus of plants under cadmium stress. *Botanical Studies*, 54.1-6.
- Popli JV, Kumbhare MR, Surana AR, Bhalerao MR, Agrawal PAA. 2021. Review. <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/58612>.
- Rains, D.W., 1991, Salinity and alkalinity as issue in world agriculture. in: Choukrallah R (Eds.) *plant salinity research. New Challenges*, 19- 31.
- Rengel, Z., 1992, The role calcium in salt toxicity, plant cell and environment, Park S. Nobel, 15, 625-632.
- Sati H, Khandelwal A, Pareek S. 2023. Effect of exogenous melatonin in fruit postharvest, crosstalk with hormones, and defense mechanism for oxidative stress management. *Food Frontiers*.
- Savall ASP, Fidélis EM, Gutierrez MEZ, Martins BB, Gervini VC, Puntel RL, Roos D.H., Ávila DS, Pinton S. 2019. Pre-clinical evidence of safety and protective effect of isatin and oxime derivatives against malathion-induced toxicity, *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 126:399–410.
- Scott ER, Crone EE. 2021, Using the right tool for the job: The difference between unsupervised and supervised analyses of multivariate ecological data. *Oecologia*, 196, 13–25.
- Silva JM, da Silva Júnior GB, Bonifácio A, Dutra AF, de Mello Prado R, de Alcântara Neto F, Zuffo AM, Melo RS, de Sousa Pereira TL, de Sousa RS. 2023. Exogenous salicylic acid alleviates water stress in watermelon plants. *Annals of Applied Biology*, 182(1), 121-130.
- Surwase SM, Mane YD, Surwase MM, Khade BC. 2019. Synthesis of diverse (E)-2-((1H-imidazol-1-yl)methyl)-2-((benzyloxy)methyl)-2,3-dihydro-1H-inden-1-one O-benzyl oxime derivatives as potent antileishmanial agents, *J. Heterocyclic Chemistry*, 57:2:724-730.
- Tapan S. 2016. Quantitative HPLC analysis of phenolic acids, flavonoids and ascorbic acid in four different solvent extracts of two wild edible leaves, *Sonchus Arvensis* and *Oenanthe Linearis* of north-eastern region in India. *J Appl Pharm Sci.*, 6: 157-166.
- Taslimi P, Işık M, Türkan F, Durgun M, Türkeş C, Gülçin İ, Beydemir Ş. 2021. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, vol. 39, no. 15, p. 5449-5460.
- Terzi R, Saruhan GN, Güven FG, Kadioglu A. 2018. Alpha lipoic acid treatment induces the antioxidant system and ameliorates lipid peroxidation in maize seedlings under osmotic stress. *Archives of Biological Sciences*, 70(3), 503-511.
- Torlak, E., (2019), Tuz stresi altındaki mısır (*Zea mays* l.) bitkisinde askorbik asit



uygulamalarının fizyolojik ve biyokimyasal etkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 4-81.

- Torun, A.A., Gülmezoğlu, N., Tolay, İ., Duymuş, E., Aytaç, Z., Cenkseven, Ş., Torun, B., 2019, Çinko ve NaCl uygulamalarının makarnalık buğdayın (*Triticum durum* desf.) kuru madde verimi ve besin elementi konsantrasyonları üzerine etkisi, *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 8 (1): 1-10.
- Tuteja, N., 2007, Mechanisms of high salinity tolerance in plants, *Methods In Enzymology*, 428, 419-438.
- Urbanek H, Kuzniak-Gebarska E, Herka K. 1991. Elicitation of defence responses in bean leaves by *Botrytis cinerea* polygalacturonase. *Acta Physiol Plant* 13:43–50.
- Velikova V, Yordanov I, Edreva A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants, protective role of exogenous polyamines. *Plant Sci* 151:59–66.
- Venugopala KN, Chandrashekhara S, Pillay M, Bhandary S, Kandeel M, Mahomoodally FM, Morsy MA, Chopra D, Aldhubiab BE, Attimarad M. 2019. *Medicinal Chemistry*, vol. 15, no. 3, p. 311-326.
- Xie C, Wang P, Sun M, Gu Z, Yang R. 2021, Nitric oxide mediates gamma-aminobutyric acid signaling to regulate phenolic compounds biosynthesis in soybean sprouts under NaCl stress. *Food Biosci.* 44, 101356.
- Yavaş, İ., Çınar, V.M., Ünay, A., 2020, Bitkilerde abiyotik stres koşullarında selenyum metabolizması ve fizyolojik etkileri, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 840-849.
- Yetişsin F, Karakaya A. 2022. Tuz stresi altındaki mısır fidelerine aseton o-(4 klorofenilsülfonil) oksim ön uygulamasının biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin araştırılması.
- Yetişsin F, Kardeş İ. 2022. Could acetone O-(4-chlorophenylsulfonyl) oxime be a copper chelating and antioxidative molecule on maize seedlings?. *International Journal of Phytoremediation*, 24 (7), 721-729.
- Yetişsin F, Kurt F. 2020. Gallic acid (GA) alleviating copper (Cu) toxicity in maize (*Zea mays L.*) seedlings, *International Journal of Phytoremediation*, 22 (4), 420-426.
- Yokoi, S., Bressan, R.A. ve Hasegawa, P.M., 2002, Salt stress tolerance of plants, *JIRCAS Working Report*, 25-33.
- Zahoor A, Waraich EA, Rehman MZU, Ashar MA, Usman M, H.Alharby H, Bamagoos A, Barutçular C, Raza MA, Çiğ F, El Sabagh, A. 2021. Foliar application of phosphorus enhances photosynthesis and biochemical characteristics of maize under drought stress. *Phyton*, 90(2):503–514.



Zhu, J.K., 2001, Plant salt tolerance, Trends In Plant Science, 6 (2), 66-71.